L'ASTRONOMIE INDIENNE

PUBLICATIONS
DE L'ÉCOLE FRANÇAISE D'EXTRÊME-ORIENT

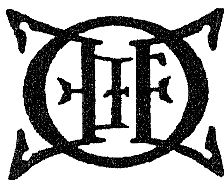
VOLUME LXXXIII

L'ASTRONOMIE INDIENNE

INVESTIGATION DES TEXTES SANSKRITS ET DES DONNÉES NUMÉRIQUES

PAR

Roger BILLARD



ÉCOLE FRANÇAISE D'EXTRÊME-ORIENT
PARIS
1971

Dépositaire: Adrien-Maisonneuve, 11, rue Saint-Sulpice, Paris (6e)

A la mémoire
d'Adrien Maisonneuve

memini

AVANT-PROPOS

> « *I can only compare their mathematical and astronomical literature, as far as I know it, to a mixture of pearl shells and sour dates, or of pearls and dung, or of costly crystals and common pebbles.* »
> Al-Bīrūnī.
>
> Trad. E. C. Sachau, *Alberuni's India*, I, p. 25.

Jusqu'ici l'histoire de l'astronomie indienne a été faite uniquement sur l'étude des informations que livrent les textes astronomiques et, secondairement, constituant une littérature bien distincte, les textes astrologiques. Nombreux, très généralement bien individualisés, ces textes sanskrits sont presque toujours signés et souvent datés, fait assez exceptionnel dans la librairie indienne. Mais ils sont justement très avares d'informations historiques et en particulier, à très peu près, sont dépourvus de discussions ou démonstrations. Un petit nombre d'érudits indiens et européens en ont tiré peu à peu tout ce qu'il était possible de trouver de cette façon, construisant une histoire de cette littérature, plutôt qu'une histoire de cette astronomie. Il fallait une tout autre voie pour faire plus et mieux et il se trouve qu'il en était une étonnamment profitable, autant qu'invraisemblable.

A défaut de démonstrations et de relations d'observations, les textes astronomiques indiens présentent des ensembles d'éléments astronomiques très complets et très explicites, mais entachés d'une spéculation aussi effarante que dépourvue de signification physique : les *yuga*, qui assujettissent les diverses révolutions à de communs multiples. Ayant pu nous assurer que cet élément astronomique, du même coup aberrant, recèle malgré tout un certain contact, fugitif, avec la réalité astronomique, nous avons disposé d'un puissant moyen pour analyser l'élément astronomique indien et du même coup révéler et mesurer une histoire de l'astronomie indienne tout à fait insoupçonnée jusqu'ici.

Mentionnons que le principe et le bien-fondé de la méthode, sinon la méthode elle-même, ont été proprement découverts dès les premiers temps des recherches indologiques, par John Bentley, dans les dernières années du XVIIIe siècle. La tentative est restée sans lende-

main, car elle est tombée dans un discrédit dont il faudrait bien voir, dans l'œuvre même de Bentley — ce que nous n'avons pu faire — à quel point il est justifié par les insuffisances de l'entreprise.

Quoi qu'il en soit, Bentley s'est trouvé instituer une partialité qui a contribué à l'inanité de très vives controverses qui ont sévi au siècle dernier. Si opposées qu'elles fussent, deux opinions se trouvaient pareillement en porte-à-faux. En quelques mots, et sans entrer plus dans la curieuse histoire de l'histoire de l'astronomie indienne, tandis que les indianistes ne s'empressaient guère de renoncer aux vues de l'astronome Bailly (1736-1793) plaçant l'élaboration d'éléments astronomiques indiens plusieurs millénaires avant l'ère chrétienne, Bentley, en prenant le premier le contre-pied de cette opinion, mais n'ayant pas plus que Bailly l'expérience directe du texte sanskrit, produisit une seconde aberration qui a nui tout autant et très durablement à cette partie de l'indianisme. C'est celle qu'on voit par exemple chez l'astronome Biot, l'idée que le texte indien est par conséquent un faux délibéré, un texte astronomique fait pour tromper avec ses époques fantastiques (2, 3, 3).

On verra ici qu'il ne s'agit pas du tout de cela et pas même dans le cas marginal et pourtant bien particulier du texte prétendument révélé ou apocalyptique. Il faut dire que ces premières recherches ont eu la malchance de tomber et de s'appesantir sur un ensemble d'éléments ou canon assez exceptionnellement décevant — notre k.$SūryS_2$ (6, 6, 1) — et sur un de ces textes apocalyptiques qui, de surcroît, dans son état actuel, est tout à fait aberrant même pour cette catégorie (6, 6, 2). Au général et entre autres difficultés, on ne connaissait encore que trop peu de textes astronomiques et d'ailleurs, en l'absence de l'instrument statistique encore hors de portée dans la pratique, il eût été impossible d'administrer la preuve de la signification historique d'une méthode mieux conduite.

Pour illustrer cet état de choses, faute de pouvoir juger bien sur le fonds, rapportons ce jugement de l'un des meilleurs connaisseurs du texte astronomique indien, Whitney[1] : « We have been solicitous to allow Bentley all the credit we possibly could for his labors upon the Hindu astronomy, but we cannot avoid expressing here our settled conviction that, as an authority upon the subject, he is hardly more to be trusted than Bailly himself, that his work must be used with the extremest caution, and that his determination of the successive epochs in the history of astronomical science in India is from beginning to end utterly worthless. »

Cela dit, ordonnant l'essentiel de questions et de faits le plus souvent tout nouveaux pour présenter une discipline pour le moins renouvelée, voici, avec l'introduction et l'exposé de méthode, le commencement d'inventaire et d'histoire de l'astronomie indienne

(1) Notes de la traduction du *Sūryasiddhānta*, Journ. of Am. Or. Soc., VI (1860), p. 426.

que procure cette voie mathématique exceptionnelle, à travailler de première main tous les textes accessibles.

Il reste beaucoup à faire et bon nombre de canons restent à découvrir, surtout pour les derniers siècles. Cependant les vingt-cinq canons indiens plus ou moins rapidement analysés ou décelés ici permettent déjà une vue d'ensemble des quatorze siècles de l'astronomie en Inde.

* * *

Je veux exprimer ma profonde gratitude envers l'École française d'Extrême-Orient et particulièrement envers son directeur, M. le professeur Jean Filliozat, pour les moyens de travail dont j'ai disposé et en particulier pour celui que constitue la liberté de recherche.

Enfin je suis heureux de remercier les autorités du Laboratoire de physique atomique et moléculaire du Collège de France, en particulier M. Raymond Moch et M. Alain Faye, ainsi que toute la vivante équipe du service de la calculatrice. Leur hospitalité m'a permis de refaire et bien entendu multiplier énormément calculs, recherches et graphiques et je veux les remercier aussi de la cordialité de cet accueil.

BIBLIOGRAPHIE

André DANJON, *Astronomie générale...*, seconde édition, Paris, 1959.

Theodor von OPPOLZER, *Canon der Finsternisse*, Vienne, 1887; réimpression : *Canon of eclipses..., translated by Owen Gingerich...*, New York (1962).

O. NEUGEBAUER, *Astronomical cuneiform texts, Babylonian ephemerides of the Seleucid period for the motion of the sun, the moon and the planets*, Londres (1955), 3 vol.

A. BOUCHÉ-LECLERCQ, *L'astrologie grecque*, Paris, 1899; réimpression : Bruxelles, 1963.

... *Composition mathématique de Claude Ptolémée (ou astronomie ancienne), traduite pour la première fois du grec en français..., par M. (l'abbé) Halma; et suivie des notes de M. Delambre...*, Paris, 1813, 1816, 2 vol.; réimpression fac-similé, Paris, 1927.

Ptolemy, Tetrabiblos, edited and translated into English by F. E. Robbins, Londres, 1956, The Loeb Classical Library, No. 350.

Claudii Ptolemaei opera quae exstant omnia, volumen III, 1, *ἀποτελεσματικά, ediderunt F. Boll et Æ. Boer*, Leipzig, 1940; *editio stereotypa correctior*, Leipzig, B. G. Teubner, 1957.

O. NEUGEBAUER, *The exact sciences in Antiquity..., second edition*, Providence, 1957.

O. NEUGEBAUER et H. B. VAN HOESEN, *Greek horoscopes*, Philadelphie, 1959.

F. K. GINZEL, *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie...*, Leipzig, 1906, 1911, 1914, 3 vol.

Louis RENOU, Jean FILLIOZAT, etc., *L'Inde classique, manuel des études indiennes*, Paris, 1947, 1953, 2 vol.

R. SEWELL et S. B. DIKSHIT, *The Indian calendar*, Londres, 1896.

Bibhutibhusan DATTA et Avadesh Narayan SINGH, *History of Hindu mathematics*, a source book, Bombay, Asia Publishing House (1962).

Kitāb fī Tahqīq-i-Mā li'l-Hind or Al-Bīrūnī's India, Arabic text, Hyderabad (Andhra Pradesh), Osmania Oriental Publication Bureau, 1958.

Edward C. SACHAU, *Alberuni's India, an account of the religion, philosophy, literature, geography, chronology, astronomy, customs, laws and astrology of India about A.D. 1030, an English edition*, Londres, 1910, 2 vol.

Jean-Sylvain BAILLY, *Traité de l'astronomie indienne et orientale...*, Paris, 1787.

Sudhākara DVIVEDIN, *gaṇakataraṅgiṇī* [en sanskrit], Bénarès, 1892; réédition, Bénarès, 1933.

Śaṅkara Bālakṛṣṇa DĪKṢITA, *bhāratīy jyotiṣ* [en marathe], Poona, 1896; traduction hindī : Lucknow, *prakāśan byūro, sūcanā vibhāg*, Uttar Pradesh (1957).

Georges THIBAUT, *Astronomie, Astrologie und Mathematik*, Strasbourg, 1899, Grundriss der Indo-Arischen Philologie und Altertumskunde, Band III, Heft 9.

G. R. KAYE, *Hindu astronomy*, Calcutta, 1924, Memoirs of the Archaeological Survey of India, No. 18.

K. KUJUNNI RAJA, *Astronomy and mathematics in Kerala, an account of the literature*, The Adyar Library Bulletin, vol. XXVII (1963), pp. 118-167.

Textes et commentaires

C. : commentaire,

CC. : commentaire de commentaire.

Jyotiṣavedāṅga

yājuṣa-jyautiṣaṃ somākarasudhākarabhāṣyasahitam / ārca-jyautiṣaṃ ca sudhākarabhāṣyeṇa tallaghuvivaraṇena ca sahitam / mahāmahopādhyāyasudhākaradvivedisaṃśodhitam / ... Yājusha-jyautisha with the Bhāshyas of Somākara Śesha & Sudhākara Dvivedin, and Ārca-jyautisha with the Bhāshya of Sudhākara Dvivedin and Professor Muralīdhar Jhā's explanatory notes, edited by Mahāmahopādhyāya Sudhākara Dvivedin, ... Bénarès, Medical Hall Press, 1908. 5, 103, 2 p.

Vedangajyautisha edited with his own English translation and Sanskrit commentary by ... Dr. R. Shamasastry, ... Mysore, Government Branch Press, 1936. I, XVII-35, V-61 p.

VIe S. ĀRYABHAṬA, *Āryabhaṭīya*, I-IV, 6
C. BHĀSKARA, *Āryabhaṭatantrabhāṣya*

Manuscrit No. R. 14850 de la Government Oriental Manuscripts Library, Madras. « Transcript ... prepared from two original palmleaf Mss. in Malayalam script procured from Kerala », Kuppanna Sastri, éd. du *Mahābhāskarīya*, introduction, p. XIII.

ĀRYABHAṬA, *Āryabhaṭīya*

C. PARAMEŚVARA, *Bhaṭadīpikā*

śrīmadāryabhaṭīyam paramādīśvarācāryaviracitabhaṭadīpikāsahitam, bhaṭṭakarṇasaṃśodhitam hollandadeśe laidananagare brillīyamudrāyantrālaye mudritam ... The Āryabhaṭîya, with the Commentary Bhaṭadîpikâ of Paramâdîçvara, edited by Dr. H. Kern. Leyde, E. J. Brill, 1874. XII-106, 2 p.

ĀRYABHAṬA, *Āryabhaṭīya*, II-IV

C. NĪLAKAṆṬHASOMAYĀJIN ou °SOMASUTVAN, *Āryabhaṭīyabhāṣya*

The Āryabhaṭīya of Āryabhaṭācārya with the bhāṣya of Nīlakaṇṭhasomasutvan edited by K. Sāmbaśiva Śāstrī... śrīmadāryabhaṭācāryaviracitam āryabhaṭīyaṃ gārgyakeralanīlakaṇṭhasomasutvaviracitabhāṣyopetam ... ke. sāmbaśivaśāstriṇā saṃśodhitam. Trivandrum (Anantaśayana), Government Press, 1930, 1931, 1957. 3 vol. (*Trivandrum Sanskrit Series*, 101, 110, 185)

ĀRYABHAṬA, *Āryabhaṭīya*

The Āryabhaṭīya of Āryabhaṭa, an ancient Indian work on mathematics and astronomy, translated with notes by Walter Eugene Clark ... Chicago, The University of Chicago Press (1930). XXIX-90 p.

VARĀHAMIHIRA, *Pañcasiddhāntikā*

The Pañchasiddhântikâ, the astronomical work of Varâha Mihira, the text, edited with an original commentary in Sanskrit and an English translation and introduction by G. Thibaut ... and Mahâmahopâdhyâya Sudhâkara Dvivedî. Bénarès, E. J. Lazarus and Co., 1889. LXI-61, 110, 105 p. Réédition : Lahore, Motilal Banarsi Dass (1930). LXXXIV-61, 140, 122 p. Voir page 13

VARĀHAMIHIRA, *Bṛhatsaṃhitā*

C. BHAṬOTPALA, *Saṃhitāvivṛti*

The Brihat Saṃhitâ by Varâhamihira, with the commentary of Bhaṭṭotpala, edited by Mahāmahopādhyāya Sudhākara Dvivedī ... Bénarès, E. J. Lazarus and Co., 1895, 1897. 2 vol., II, 3, 2, 1, 7, 641 p.; I, VII, 1, 8, 2, 1, 6, pp. 643-1263.

VARĀHAMIHIRA, *Bṛhajjātaka*

C. BHAṬOTPALA. *Bṛhajjātakacintāmaṇivyākhyā*

śrīmatsūryāṃśasaṃbhūtena sūryopāsanāsamāsāditanikhilāgamena varāhamihirācāryeṇa viracitam jyotiśśāstraratnam idam bṛhajjātakam. aravimdapuram brahmaśrī-svāmināthaśāstrisūnunā śrī-viśvanāthāryeṇa kṛtadrāviḍatātparyasahitam. sakalajyotiśśāstrapāraṃgatena bhaṭṭotpalena viracitayā cintāmaṇyākhyayā vyākhyayā ca saha saṃyojya [en écriture grantha]. Madras, T. Swaminatha Sastry, 1927. 12, 568 p.

VIIe S. BHĀSKARA, *(Bṛhat)karmanibandha*, dit *Mahābhāskarīya*
C. GOVINDASVĀMIN, *Bhāskarīyabhāṣya*
CC. PARAMEŚVARA, *Siddhāntadīpikā*

Mahābhāskarīya of Bhāskarācārya with the Bhāṣya of Govindasvāmin and the Super-commentary Siddhāntadīpikā of Parameśvara, critically edited with introduction and appendices by T. S. Kuppanna Sastri ... Madras, Government Oriental Manuscripts Library, 1957. 2, CXVII, 10, 442 p.

BHĀSKARA, *Karmanibandha*
C. PARAMEŚVARA, *Karmadīpikā*

parameśvarakṛtakarmadīpikākhyavyākhyāsaṃvalitaṃ śrībhāskarācāryapraṇītam mahābhāskarīyam / tad idam āpaṭekulotpannena dattātreyasūnunā balavantarāyeṇa, ānandāśramasthapaṇḍitānāṃ sāhāyyena saṃśodhitam. Poona, ānandāśramamudraṇālaya, 1945. 1, 8, 92, 8, 4 p. (*Ānandāśrama Sanskrit Series*, 126)

BHĀSKARA, *Samāsakarmanibandha*, dit *Laghubhāskarīya*
C. ŚAṄKARANĀRĀYAṆA, *Laghubhāskarīyavivaraṇa*

Laghubhāskarīya of Bhāskara, with the commentary Vivaraṇa of Śaṅkaranārāyaṇa, published by the Curator, the University Manuscripts Library. Trivandrum, Government Press, 1949. xx-108, 1 p. (*Trivandrum Sanskrit Series*, 162).

BHĀSKARA, *Samāsakarmanibandha*
C. PARAMEŚVARA, *Pārameśvaravyākhyā*

parameśvarakṛtavyākhyāsaṃvalitaṃ śrībhāskarācāryapraṇītaṃ laghubhāskarīyam / tad idam āpaṭekulotpannena dattātreyasūnunā balavantarāyeṇa ānandāśramasthapaṇḍitānāṃ sāhāyyena saṃśodhitam. Poona, ānandāśramamudraṇālaya, 1946. 2, 16, 92, 5, 3 p. (*Ānandāśrama Sanskrit Series*, 128).

BRAHMAGUPTA, *Brāhmasphuṭasiddhānta* et *Dhyānagrahopadeśādhyāya*

brāhmasphuṭasiddhānto dhyānagrahopadeśādhyāyaś ca / gaṇakacakracūḍāmaṇiśrībrahmaguptaviracitaḥ / mahāmahopādhyāyasudhākaradvivedikṛtanūtanatilakasametaḥ / Brāhmasphuṭasiddhānta and Dhyānagrahopadeṣādhyāya, by Brahmagupta, edited with his own commentary by Mahāmahopādhyāya Sudhākara Dvivedin... Bénarès, Medical Hall Press, 1902. 8, 1, 454 p. (*The Pandit*, vol. XXIII et XXIV).

BRAHMAGUPTA, *Khaṇḍakhādyaka*
C. PṚTHŪDAKASVĀMIN, *Khaṇḍakhādyakavivaraṇa*

The Khaṇḍakhādyaka, an astronomical treatise by Brahmagupta, with the Commentary of Caturveda Pṛthūdaka Svāmin, edited by Prabodhchandra Sengupta. gaṇakacakracūḍāmaṇi-bhillamālavakācāryyaśrīmad-

brahmaguptakṛtaṃ khaṇḍakhādyakaṃ karaṇam (caturveda-pṛthūdakasvāmikṛta-khaṇḍakhādyakavivaraṇanāmaka-bhāṣyopetam) ... śrīprabodhacandra-senaguptena sampāditam. Calcutta, University of Calcutta, 1941. x-168 p.

Brahmagupta, *Khaṇḍakhādyaka*
C. Āmarāja, *Vāsanabhāṣya*

Khaṇḍa Khādyakam by Brahmagupta, with the commentary called Vasanabhashya by Āmarâja, edited with an introduction by Pandit Babua Misra Jyotishacharyya ... Calcutta, University of Calcutta, 1925. 8, 7, 195, 4 p.

Brahmagupta, *Khaṇḍakhādyaka*

The Khandakhadyaka, an astronomical Treatise of Brahmagupta, translated into English with an Introduction, notes, illustrations and appendices, by Pradodh Chandra Sengupta, ... Calcutta, University of Calcutta, 1934.

Haridatta, *Grahacāranibandhana*
(et, anonyme, *Grahacāranibandhanasaṃgraha*, du xe siècle)

Grahacāranibandhana, a Parahitagaṇita Manual by Haridatta, haridattakṛtam grahacāranibandhanam nāma parahitakaraṇam, critically edited with an Introduction and an Appendix [contenant le *Grahacāranibandhanasaṃgraha*] by *K. V. Sarma* ... Mylapore, Madras, Kuppuswami Sastri Research Institute, 1954. xii-34 p.

Xe S. Lalla, *Śiṣyadhīvṛddhidatantra*

śiṣyadhīvṛddhidaḥ śrīlallācāryaviracitaḥ / śrīpaṇḍitakṛpāludattātmajena sudhākaradvivedinā saṃśodhitaḥ / ... The Śishyadhīvṛiddhida, a treatise on astronomy, by Lalla Āchārya; edited by Pandit Sudhākara Dvivedī, son of Pandit Kṛipāla Datta. Bénarès, E. J. Lazarus and Co., 1886. 2, 80 p.

Vaṭeśvara, *Vaṭeśvarasiddhānta*, I-III

Shri Vateshwar Acharya Virchit Vateshwar Siddhant (Sanskrit, Hindi, Vijnan Bhasya Upapatti Sahit), edited by Acharyavar Ram Swarup Sharma and Pandit Mukund Mishra Jyotish Acharya, śrīvaṭeśvarācārya-viracitaḥ, vaṭeśvarasiddhāntaḥ, saṃskṛta-hindī-vijñāna-bhāṣyopapatti-samalaṃkṛtaḥ. sampādakau, ācāryavarapaṇḍitarāmasvarūpaśarmā saṃcālakaḥ, jyautiṣācāryapaṇḍitamukundamiśraḥ, upasaṃcālakaḥ [vol. I]. New Delhi, Indian Institute of Astronomical & Sanskrit Research (1962). 1, 1, 32, 15, 3, 640 p.

Anonyme, *Grahacāranibandhanasaṃgraha*

Édité avec le *Grahacāranibandhana* de Haridatta, voir ci-dessus.

MUÑJĀLA, *Laghumānasa*

C. PARAMEŚVARA, *Pārameśvaramānasavyākhyāna*

pārameśvaravyākhyāsaṃvalitaṃ laghumānasam / tad etat, śrīyuta "balavaṃta dattātreya āpaṭe" ity etaiḥ, ānandāśramasthapaṇḍitānāṃ sāhāyyena saṃśodhitam. Poona, ānandāśramamudraṇālaya, 1952. 2, 32 p. (*Ānandāśrama Sanskrit Series*, 123).

XIe S. ŚRĪPATI, *Siddhāntaśekhara*

C. MAKKIBHAṬṬA, *Gaṇitabhūṣaṇavyākhyāna*, incomplet.

The Siddhānta-Śekhara of Śrīpati, a Sanskrit astronomical work of the 11th century, Edited, with the Commentary of Makkibhaṭṭa (Chaps. I-IV) and an Original Commentary (*chaps. IV-X* [sic]), *by Babuāji Miśra (Śrīkṛṣṇa Miśra), Maithila, ... Part I: chapters I-X* [sic]; *Part II, chapters XIII-XX, with an Introduction by Prabodh Chandra Sen Gupta, ... and Nirmal Chandra Lahiri, ...* Calcutta, University of Calcutta, 1932, 1947. XIII-50, 522 p.; LXIV-410 p.

BHOJA, *Rājamṛgāṅka*

Manuscripts notes, by K. Madhava Krishna Sarma, ... the Rājamṛgāṅka of Bhoja. The Adyar Library Bulletin, vol. IV (1940), part 3, Manuscripts notes, pp. 95-105.

BRAHMADEVA, *Karaṇaprakāśa*

karaṇaprakāśaḥ, śrī 6 brahmadevaviracitaḥ / ... mahāmahopādhyāyaśrīsudhākaradvivedinā vāsanābhir āsannamānādyanekasiddhāntair vibhūṣya saṃśodhya ca mudritaḥ. Bénarès, Chowkhambà Sanskrit Book Depôt, 1899. 2, 92 p. (*Chowkhambâ Sanskrit Series*, 5).

XIIe S. BHĀSKARĀCĀRYA, *Siddhāntaśiromaṇi (Grahagaṇitādhyāya et Golādhyāya)*

C. de l'auteur, *Siddhāntaśiromaṇivāsanābhāṣya*

The Siddhānta Śiromani, a treatise on astronomy by Bhāskarāchārya, with his own exposition, the Vāsanābhāshya, formerly edited by the late ... Pandit Bāpū Deva Śāstri, ... now revised by Pandit Ganapati Deva Śastri. śrībhāskarācāryaviracitaḥ siddhāntaśiromaṇiḥ, vāsanābhāṣyasahitaḥ / ... śrī6madbāpūdevaśāstribhiḥ prāk saṃśodhitaḥ / tattanayena paṃ° gaṇapatidevaśāstriṇānusaṃskṛtaḥ. Bénarès, Jai Krishnadas-Haridas Gupta, 1929. 1, 4, 2, 1, 1, 289, 8, 5, 2 p. (*Kāshi Sanskrit Series* ou *Haridās Sanskrit Granthamālā*, 72, *Jyotiṣa section*, 4).

BHĀSKARĀCĀRYA, *Siddhāntaśiromaṇi*, *Grahagaṇitādhyāya*

C. de l'auteur, *Siddhāntaśiromaṇivāsanābhāṣya*

C. GAṆEŚA, fils de Keśava, *Śiromaṇiprakāśabhāṣya*

vāsanābhāṣyaśiromaṇiprakāśaṭīkopetaḥ śrīmadbhāskarācāryapraṇītaḥ, grahagaṇitādhyāyaḥ / ayaṃ grantha āpaṭekulotpannena viṣṇusūnunā dattātreyeṇa, ānandāśramasthapaṇḍitānāṃ sāhāyyena saṃśodhitaḥ.

Poona, ānandāśramamudraṇālaya, 1939, 1941. 2 vol., 12, 1, 236 p.; 3, 1, 176 p. (*Ānandāśrama Sanskrit Series*, 110).

BHĀSKARĀCĀRYA, *Siddhāntaśiromaṇi*, *Golādhyāya*
C. de l'auteur, *Siddhāntaśiromaṇivāsanābhāṣya*
C. MUNĪŚVARA, *Siddhāntaśiromaṇimarīci*

vāsanābhāṣya-marīciṭīkābhyāṃ sahitaḥ śrībhāskarācāryaviracitaḥ (siddhāntaśiromaṇeḥ) golādhyāyaḥ / ... etat pustakaṃ (kai°) āpaṭekulotpannena viṣṇusūnunā dattātreyeṇa, ānandāśramasthapaṇḍitānāṃ sāhāyyena saṃśodhitam. Poona, ānandāśramamudraṇālaya, 1943, 1952. 2 vol., 4, 238 p.; 10, 5, pp. 239-528 (*Ānandāśrama Sanskrit Series*, 122).

BHĀSKARĀCĀRYA, *Karaṇakutūhala*
C. SUMATIHARṢAGAṆI, *Gaṇakakumudakaumudī*

karaṇakutūhalam, śrīmadbhāskarācāryaviracitam, śrīsumatiharṣaviracitayā gaṇakakumudakaumudyākhyayā vyākhyayā samalaṅkṛtam / tad etat khemarājaśrīkṛṣṇadāsaśreṣṭhinā mumbayyāṃ svakīye « śrīveṅkaṭeśvara » (sṭīm)mudraṇālaye mudrayitvā prakāśitam / saṃvat 1958, śake 6823 [sic]. Bombay, Veṅkaṭeśvar Press, 1901. 156 p.

BHĀSKARĀCĀRYA, *Bījopanaya*
C. de l'auteur, *Bījopanayavāsanābhāṣya*
(et DĪKṢITA, *Tithinirṇayakārikā*)

Bījopanaya (a treatise on the corrections of the moon) by Bhāskarācārya with his own commentary called Vāsanābhāṣya and Tithinirṇayakārikā by Dikshita with an introduction ... edited by Ekendranath Ghosh ... Lahore, Punjab Sanskrit Book Depot, 1926. v-35 p.

XIIIe S. Anonyme, *Sūryasiddhānta*
C. RAṄGANĀTHA, *Sūryasiddhāntagūḍhārthaprakāśaka*

śrīsūryasiddhānta / (pūrvottarakhaṇḍa samagra) gūḍhārthaprakāśasaṃskṛtaṭīkā aura bhāṣāṭīkāsamela ... jisako murādābādastha paṃ° baladevaprasādamiśrajīse bhāṣānuvāda karāya ... Bombay, Gaṅgāviṣṇu Śrīkṛṣṇadāsa, Lakṣmīveṅkaṭeśvara sṭīma presa (1955). 12, 312 p.

Anonyme, *Sūryasiddhānta*

Translation of the Sûrya-Siddhânta, a text-book of Hindu Astronomy, with notes, and an appendix, by Rev. Ebenezer Burgess, ... assisted by the Committee of publication [en fait traduction et notes sont l'œuvre de W. D. Whitney] ... New Haven, The American Oriental Society, 1860 (*Journal of the American Oriental Society*, vol. 6, pp. 141-498).

XIVe S. Anonyme, *Vākyakaraṇa* ou *Vākyapañcādhyāyī*
C. SUNDARARĀJA, *Vākyakaraṇalaghuprakāśikāvyākhyā*

Vākyakaraṇa, with the commentary Laghuprakāśikā by Sundararāja, vākyakaraṇam, sundararājakṛtayā laghuprakāśikākhyayā vyākhyayā

sametam, Critically Edited with Introduction, Appendices etc., by T. S. Kuppanna Sastri, ... and K. V. Sarma, ... Mylapore-Madras, Kuppuswami Sastri Research Institute, 1962. 6, xxxii-302 p.

XVe S. PARAMEŚVARA, *Dṛggaṇita*

parameśvaraviracitaṃ dṛggaṇitam, Dṛggaṇita of Paramesvara, critically edited with introduction by K. V. Sarma, ... Hoshiarpur, Vishveshvaranand Vedic Research Institute (1963). xviii-32 p.(*Vishveshvaranand Indological Series*, 30)

XVIe S. NĪLAKAṆṬHASOMAYĀJIN, *Siddhāntadarpaṇa*

Siddhānta Darpaṇam, the Mirror of the Laws (of Astronomy), by Gārgya-Kerala Nīlakaṇṭha Somayājin, edited and translated by K. V. Sarma, ... Madras, the Adyar Library and Research Centre, sans date. 42 p. (*Reprint from the Adyar Library Bulletin*, vol. XIX, parts 3-4).

NĪLAKAṆṬHASOMAYĀJIN, *Tantrasaṃgraha*
C. ŚAṄKARAVĀRIYAR, *Laghuvivṛti*

The Tantrasamgraha, a work on Gaṇita by Gārgyakeraḷa Nīlakaṇṭha Somasutvan, with commentary Laghuvivṛti of Śankara Vāriar, published by Suranad Kunjan Pillai ... gārgyakeraḷanīlakaṇṭhasomasutvaviracitaḥ, tantrasaṅgrahaḥ, (gaṇitam) savyākhyaḥ / prakāśakaḥ śūranāḍ kuññan piḷḷa paurastyagranthaprakāśanakāryālayādhyakṣaḥ. Quilon, the Sree Rama Vilasam Press, 1958. iii, 2, 156, 8 p. (*Trivandrum Sanskrit Series*, 188).

Anonyme, *Mahāryabhaṭasiddhānta*, dit *Mahāsiddhānta*

mahāsiddhāntaḥ / śrī6madāryabhaṭācāryeṇa viracitaḥ / ... śrīsudhākaradvivedikṛtaṭīkāsahitaḥ, tenaiva saṃśodhitaḥ / Mahāsiddhānta, a treatise on astronomy by Āryabhaṭ, edited with his own Commentary by Mahāmahopādhyāya Sudhākara Dvivedi, ... Bénarès, Braj Bhushan Das & Co., 1910. 21, 23, 4, 6, 249 p. (*Benares Sanskrit Series*, work 36 : fasc. 148, 149, 150).

XVIIe S. KAMALĀKARA, *Siddhāntatattvaviveka* et *Śeṣavāsanā*

siddhāntatattvavivekaḥ śrīkamalākarabhaṭṭaviracitaḥ / tatkṛtaśeṣavāsanāsahitaḥ / mahāmahopādhyāya-paṇḍitaśrīsudhākaradvivediṭippaṇībhiḥ, mahāmahopādhyāya-jhopāhvapaṇḍitaśrīmuralīdharaśarmakṛtaṭippaṇibhiḥ [sic] *tathā ṭhakkuropāhva paṃ° muralīdharaśarmakṛtaṭippaṇī sahita śeṣavāsanā'laṅkṛtaḥ / Siddhānta-Tattva-Viveka, a treatise on astronomy by Bhaṭṭa Kamalâkara, with Śeshavāsanā by the same author, with notes by Mahâmahopâdhyâya Pandit Sri Sudhâkara Dvivedi, edited with his own notes by Mahâmahopâdhyâya Pandit Sri Muralidhara Jhâ and with exhaustive notes and criticisms on Sesha Vāsanā by Jyautishâchârya Pandit Muralidhara Thakur,* Revised Edition. Bénarès, Braj Bhushana Das & Co., 1935. 4, 604, p. 61 (*Benares Sanskrit Series*, work 1 : fasc. 1, 2, 3, 6, 14).

XVIII[e] **S.** PUTUMANASOMAYĀJIN, *Karaṇapaddhati*

The Karanapadhati, edited by K. Sāmbaśiva Śāstrī, ... karaṇapaddhatiḥ / paurastyagranthaprakāśanakāryādhyakṣeṇa ke. sāmbaśivaśāstriṇā saṃśodhitā. Trivandrum, Government Press, 1937. 2, 2, 36 p. (*Trivandrum Sanskrit Series*, 126).

Textes apocalyptiques

Vasiṣṭhasiddhānta

vasiṣṭhasiddhāntaḥ / brahmaputramaharṣivasiṣṭhaviracitaḥ / dvivedopākhyena paṇḍitavindhyeśvarīprasādaśarmaṇā saṃskṛtaḥ / ... Bénarès, Vidyāvilāsa Press, 1907. 1, 9 p.

Somasiddhānta
Brahmasiddhānta
Pitāmahasiddhānta
Vṛddhavasiṣṭhasiddhānta

jyautiṣasiddhāntasaṃgrahaḥ / tatra somasiddhāntaḥ, brahmasiddhāntaś ca / pitāmahasiddhāntaḥ, vṛddhavasiṣṭhasiddhāntaś ca / paṇḍitavindhyeśvarīprasādadvivedinā saṃskṛtaḥ / Jyautisha Siddhānta Sangraha; a collection of ancient Hindu astronomical works, Somasiddhānta & Brahmasiddhānta, Pitāmahasiddhānta & Vriddhavasishṭhasiddhānta, edited by Paṇḍit Vindhyeśvarī Prasād Dvivedi, ... Bénarès, Braj Bhushan Das & Co., 1912, 1917. 36, 79 p.; 24, 78 p. (*Benares Sanskrit Series*, fasc. 152, 154).

A la correction des épreuves, nous sommes heureux de signaler un nouvel ouvrage très important. La *Pañcasiddhāntikā* est un des textes fondamentaux de ces études et cette nouvelle édition, la traduction et les commentaires qui l'accompagnent, en améliorent considérablement la connaissance :

O. NEUGEBAUER et D. PINGREE, *The Pañcasiddhāntikā of Varāhamihira*, part I (text and translation by D.P.) ; part II (commentary by O.N. and D.P.). Copenhague (Munksgaard), 1970, 1971. 206 p. ; 154 p. (*Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Historisk-Filosofiske Skrifter*, 6, 1).

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

1, 1. — L'ASTRONOMIE EN INDE

A prendre tout d'abord le mot astronomie au sens large on peut discerner en Inde trois périodes et ces trois périodes sont caractérisées aussi par des divinations bien différentes.

1, 1, 1. Première période. — Depuis les brāhmaṇa, textes remontant aux xᵉ-viiiᵉ siècles avant l'ère chrétienne, on aperçoit une astronomie de calendrier et de rituel sur laquelle nous est parvenu un texte bien difficile à plus d'un titre, le *Jyotiṣavedāṅga*[1]. Il s'agit d'un schéma de calendrier luni-solaire dépourvu d'échelle des temps, d'ère. Le matériel de cette époque est caractérisé par le *nakṣatra*, division de la sphère sidérale en vingt-sept ou vingt-huit constellations ou astérismes selon les vingt-sept ou vingt-huit jours de la révolution sidérale de la Lune. Les planètes, qui ne sont peut-être pas encore toutes reconnues, n'ont qu'une part réduite ou nulle dans la divination. Celle-ci est faite d'omina et portenta, *lakṣaṇa* et *utpāta*. Par contre, avec les étoiles filantes, les feux follets et autres utpāta, les comètes avaient peut-être déjà ici le rôle très important qu'on leur voit dans la divination de la seconde période.

1, 1, 2. Seconde période. — Ensuite, entre le iiiᵉ siècle avant et le iᵉʳ siècle après l'ère chrétienne, surviennent des éléments et procédés de l'astronomie babylonienne, période caractérisée par l'apparition de la *tithi*, unité de temps en usage dans les tablettes babyloniennes[2] et correspondant au trentième de la révolution synodique de la Lune, durée approchant celle du jour ou nychthémère.

En même temps qu'elles sont assujetties au calcul — arithmétique, fondé sur leurs levers et couchers héliaques ou, autrement dit, sur

(1) Le texte se présente en deux recensions, éditées par Sudhākara Dvivedin, *yājuṣajyautiṣaṃ... ārcajyautiṣaṃ ca...*, Bénarès, 1908.

(2) O. Neugebauer, *The e.r. sc.*, 2ᵉ éd., p. 128, 186.

leurs révolutions synodiques apparentes[1] — les planètes entrent dans le jeu de la divination, mais d'une manière fort différente de l'astrologie qui, en Inde comme en Europe, flanquera l'astronomie trigonométrique. Entre autres, la partie astrologique de cette divination est foncièrement collective : les effets supposés des conjonctures concernent, à travers le prince et les récoltes, des groupes humains, des régions, des métiers, des castes. Les *saṃhitā* ou « collections » astrologiques que Varāhamihira compile dans sa *Bṛhatsaṃhitā* en fin du VI[e] siècle[2] appartiennent à cette époque et résultent de la sédimentation des diverses mancies de ces deux premières périodes.

1, 1, 3. La troisième période, l'astronomie savante. — Cette dernière période, qui nous occupe seule ici, relève de l'astronomie alors la plus avancée, en même temps que de textes astronomiques cette fois bien fournis et d'un matériel qui se prête à l'investigation d'une manière tout à fait exceptionnelle dans l'histoire de l'astronomie.

C'est, pour le fonds, le corps de connaissances relativement très élaborées qu'ont illustré Hipparque, vers —125 A.D., Claude Ptolémée, au milieu du II[e] s. A. D. (2, 2), et qui est caractérisé par la mise en œuvre de la fonction trigonométrique. De cette astronomie savante, le premier texte indien connu est du début du VI[e] siècle A.D., l'*Āryabhaṭīya*, d'Āryabhaṭa, et le premier en date des canons (1, 2, 5) que nous trouvons dans divers textes, notre k.*(SūryS)*, typiquement indien, grevé de la spéculation yuga (1, 2, 1), est de la même époque et d'ailleurs une première version du même astronome. D'un ensemble d'informations et d'arguments (4, 3, 5) il apparaît que ce sont justement les deux premiers canons à yuga, c'est-à-dire les premiers canons où les durées des révolutions, supposées commensurables, ont été astreintes à de communs multiples et à des conjonctions plus ou moins générales.

La pratique de l'astronomie trigonométrique et de l'astrologie à la grecque remontent un peu plus haut, disons un siècle plus haut, vers 400 A.D. (chapitre 3). Mais apparemment ce n'était encore que sur des éléments grecs ou du moins importés de l'Ouest et même, fait caractéristique, il apparaît qu'on a gardé un certain temps le méridien d'Alexandrie comme premier méridien des formulaires astronomiques.

A défaut de pouvoir bien discerner l'époque où l'astronomie trigonométrique a été introduite en Inde[3], on peut en désigner le

(1) O. NEUGEBAUER, *ibid.*, pp. 97-144 et *Astronomical cuneiform texts*, Londres 1955, 3 vol.

(2) Bon nombre de textes arborant cette dénomination °*saṃhitā* et reprenant même des titres de textes anciens, comme les actuelles *Nārada*° et *Vasiṣṭhasaṃhitā*, ne sont que des produits plus ou moins tardifs, voire récents, où des articles anciens sont fondus dans un matériel astrologique qui leur était étranger.

(3) Rappelons qu'on trouve dans le texte sanskrit bon nombre de mots grecs, noms de planètes, signes du zodiaque et des termes techniques de l'astronomie et de l'astrologie.

lieu, le Lāṭa ou partie orientale de l'actuel État du Gujarāt, dont on connaît au demeurant l'activité maritime avec l'Ouest dans les premiers siècles de l'ère chrétienne. C'est sur la capitale de l'arrière-pays, Ujjayinī, moderne Ujjain, que se définit ensuite et jusqu'à nos jours le premier méridien de l'astronomie indienne (2, 1, 11). On peut remarquer un passage de l'inscription de Mandasor de 473 A.D.[1], Mandasor ou Mandsaur, ancienne Daśapura, est à une centaine de kilomètres au N.-O. d'Ujjayinī : parmi ces gens de métier originaires du Lāṭa, qui sont de la religion du Soleil et restaurent et surhaussent en 473 un temple du Soleil construit en 436 A.D., *kecit svakarmaṇy adhikās tathānyair vijñāyate jyotiṣam ātmavadbhiḥ*, ligne 10, « tandis que les uns se distinguent sur le métier, d'autres sont des intellectuels qui savent le *jyotiṣa* », ce mot englobant astronomie et astrologie.

De moins bonne approximation, mais beaucoup moins compliquées, on sait maintenant, au témoignage des papyri[2], que des méthodes babyloniennes rénovées ont dû être largement pratiquées à l'époque de l'empire romain, chez les astrologues, sinon chez les astronomes. Un second apport de ces méthodes ainsi rénovées et augmentées a accompagné en Inde et peut-être précédé un peu les formulaires de l'astronomie trigonométrique. De toutes façons il apparaît que celle-ci n'avait pas encore définitivement supplanté ces méthodes en fin du VIe siècle.

Les positions calculées au moyen de l'astronomie savante ou par ces méthodes plus expéditives, la nouvelle astrologie de l'Inde est pareillement l'astrologie de l'époque impériale, ce corps de croyances que l'on peut malheureusement dire classique, où Hipparque apparaît avoir joué un rôle tout aussi déterminant que pour l'astronomie[3]. Comme déjà dit, cette astrologie est très différente de ce qui existait en Inde auparavant, à la fois par son matériel et ses prétentions. D'apparence très systématique, cette astrologie est parée de l'allure scientifique, réelle, de l'astronomie savante. Le matériel est caractérisé par le signe du zodiaque, le *rāśi*, auparavant inconnu en Inde. Et la nouveauté typique de cette astrologie est une systématisation du postulat de croyance de l'inchoation. C'est avant tout la généthliaque, ici le *jātaka*, les positions célestes au moment de la naissance étant censées déterminer la vie d'un individu. En Inde comme en Europe, cette divination individuelle a pris une extension beaucoup plus considérable que l'autre mise en œuvre de la croyance, la καταρχή, ici le *praśna*, ce que nos astrologues d'aujourd'hui appellent « l'astrologie horaire » : le sort d'une question, action ou affaire dépendrait des positions astronomiques au moment où elle commence ou surgit. Ce qui amène bien entendu à choisir soi-même ce moment, lorsque c'est possible, en fonction de l'horoscope. Ceci a pris en Inde une très grande extension, c'est la littérature de *muhūrta*.

(1) *Corpus inscriptionum indicarum*, III, Calcutta, 1888, p. 82.
(2) O. NEUGEBAUER, *The ex. sc.*, 2e éd., p. 164.
(3) ID., *ibid.*, p. 187 (note *ad* § 68).

En ce qui concerne le matériel, par exemple, en Inde comme dans le monde méditerranéen, les comètes, si importantes dans le fonds ancien, n'ont pratiquement aucun rôle dans cette nouvelle astrologie. Pareillement et comme le grec, le texte astronomique sanskrit n'aborde jamais ce sujet. On voit pourquoi, comme le mentionne un auteur indien, Varāhamihira[1] : le mouvement des comètes ne pouvait être assujetti à la mathématique, tout comme les autres phénomènes lumineux atmosphériques ou terrestres leur apparition n'était pas susceptible de prévision.

En astronomie, hormis les yuga qui d'ailleurs proviennent plutôt d'une autre source (4, 3, 5), l'influence du fonds ancien sur l'astronomie savante se limite au maintien ou plutôt l'adaptation d'anciennes unités bien établies dans les idées et dans l'usage. Essentiellement le *nakṣatra* et la *tithi*, unités et divisions qui sont dorénavant réservées aux mouvements de la Lune, respectivement sidéral et synodique, tandis qu'auparavant, avant le signe du zodiaque, le nakṣatra était utilisé aussi bien pour le repère et le catalogue d'influences des planètes.

En astrologie ou plus généralement dans le domaine des croyances et de la divination, la situation et l'évolution à venir sont tout autres. Solidement enraciné dans le rituel domestique et l'usage familier, le fonds ancien subsiste et subsistera en dépit de quelques amputations et à travers adaptations et refontes et notamment des retours à des données de textes plus ou moins anciens. On aperçoit des étapes de la pénétration progressive de la nouvelle astrologie dans la vie et les idées indiennes. Tout d'abord, aux VIe-VIIe siècles, saṃhitā et jātaka sont tout à fait distincts, textes et matériels nettement distincts et séparés et la généthliaque, bien certainement, n'a encore que la clientèle du prince et des grands. Ce n'est qu'une fois celle-ci devenue suffisamment populaire qu'on voit son matériel pénétrer et remodeler le fonds ancien, disons vers le Xe siècle, et ce seront les nouvelles sédimentations de ces nouvelles °*saṃhitā*, de ces °*muhūrta* et °*nāḍi* qui règleront le formidable impôt des croyances sur l'idée et la vie.

1, 2. — L'ASTRONOMIE SAVANTE EN INDE

1, 2, 1. La spéculation des yuga. — Hormis quelques canons antérieurs à 500 A.D., manifestement importés, dont nous dirons quelques mots (chapitre 3), l'astronomie savante est frappée en Inde, dès le début du VIe siècle, d'une spéculation fantastique : dans cette astronomie trigonométrique les éléments moyens sont astreints à de communs multiples et à des conjonctions générales qui, évidemment dépourvus de signification physique, leur confèrent des valeurs aberrantes, même à l'échelle d'approximation de l'astronomie ancienne. A ne considérer que cet aspect, on était effectivement

(1) *Bṛhatsaṃhitā*, XI, 2.

fondé à n'y voir que des données fictives, imaginaires et sans aucun rapport avec la réalité astronomique. Selon toute apparence, c'est bien Āryabhaṭa qui au début du VIe siècle A.D. a été le premier à grever l'astronomie savante, l'astronomie trigonométrique, de cette effarante spéculation.

Or, comme on verra plus loin, à éprouver sur les données fines de la connaissance moderne ses éléments si étranges, ceux-ci révèlent de manière éclatante que la spéculation n'est pas entièrement débridée, mais qu'elle a bel et bien été menée à partir d'une série de véritables faits astronomiques, à partir d'une série *unique* d'observations justement de cette époque et de réduction justement tout à fait remarquable, à la limite des moyens de l'astronomie ancienne. Et il en sera ainsi, avec une qualité très variable, de tous les canons à yuga que nous verrons se succéder au cours des siècles.

Le texte indien parle de « ce qu'impose l'observation », *dṛkprabhāvāt*, de ce qui « répond à l'observation », *dṛksama*, et il y est souvent question de *dṛṣṭigaṇitaikya*, « accord de l'observation et du calcul », et de l'émendation *dṛggaṇitakāraka*, « qui fait l'accord de l'observation et du calcul ».

L'explication est aussi simple qu'étonnante : bien convaincu de l'idée, Āryabhaṭa a tout simplement cherché les yuga dans cette astronomie savante dont il mesurait bien la valeur. Idée spontanée ou puisée à une résurgence de la Grande Année de Bérose ou suggérée par une spéculation toute verbale, Āryabhaṭa a de toutes façons sollicité les constantes des moyens mouvements pour construire ces communs multiples et conjonctions générales à partir d'une réalité unique dans le temps, à partir de la réalité astronomique de 510 A.D. à très peu près (4, 3, 3).

A la différence d'infortunés successeurs qui, beaucoup moins doués, continueront et appareilleront à nouveau les yuga, par l'inertie naturelle de l'idée reçue, sacralisée de surcroît par le temps et l'oblitération de l'information historique, il faut bien voir que chez Āryabhaṭa la spéculation des yuga a simplement joué le rôle d'un tableau de Mendeleieff préconçu et malencontreux. A cela près que Mendeleieff a tiré son tableau de faits d'expérience, tandis qu'ici la proposition a présidé à la tentative, la spéculation des yuga n'en a pas moins joué le rôle d'une théorie malheureuse chez un astronome au demeurant d'une très grande valeur pour le temps (4, 3, 7).

Si Āryabhaṭa est responsable de l'introduction des yuga dans la connaissance, il ne disposait sans doute pas dans sa documentation de ce qui l'aurait averti de l'inanité des yuga et c'est à la ribambelle de ses successeurs qu'incombe la responsabilité considérablement plus importante de les avoir maintenus envers et contre tout. Et tout spécialement à l'encontre de la part réelle et remarquable de l'œuvre d'Āryabhaṭa que tout simplement et justement ils font nulle et non avenue. Ces successeurs qui ont procédé à de nouvelles observations bien postérieures avaient, eux, les moyens de parvenir à un raisonnement très simple et nous découvrirons qu'il a été tenu enfin, en vain, par certains (6, 3, 4) et repris plus tard, mais trop tard (6, 7, 4).

1, 2, 2. La méthode d'investigation. — Par un véritable paradoxe c'est cet étrange appareillage de la spéculation et de la réalité, réalité unique dans le temps, qui nous procure une puissante méthode pour déterminer avec précision des faits inconnus jusqu'ici et une chronologie le plus souvent inespérée dans les conditions très particulières du texte astronomique indien.

C'est parce que cette spéculation des yuga a sévi tout au long de l'astronomie indienne que nous pouvons ouvrir cette voie qui mènera nécessairement à une connaissance très fine de l'histoire de celle-ci, grâce à une méthode qui complète, guide et stimule la recherche philologique. La méthode mathématique est un moyen inespéré non seulement pour suppléer au silence d'un texte astronomique extrêmement chiche d'informations directes, pour diverses raisons, mais encore pour exploiter, mesurer ou même tout simplement comprendre les elliptiques propos qui s'y trouvent.

En éprouvant ces éléments spéculatifs sur les données fines de la connaissance actuelle (chapitre 2) on obtient d'étonnantes radiographies qui permettent de faire dire aux éléments astronomiques eux-mêmes une histoire de l'astronomie indienne tout aussi inattendue et, du coup, nous semble-t-il, déjà mieux fournie que celle que nous avons encore de l'astronomie grecque. En dépit de l'aspect du texte indien, grâce à la spéculation, nous serons finalement bien mieux documentés que dans celle-ci, histoire dominée par l'œuvre et l'autorité de Ptolémée et dépourvue de ces éléments spéculatifs maintenant aussi profitables à l'histoire que jadis préjudiciables à la connaissance.

En effet, en raison de la spéculation qui produit rapidement des écarts considérables des éléments sur la réalité et d'autant plus à même d'être patents pour l'astronome du siècle suivant, on verra qu'en Inde les éléments astronomiques ont été remaniés sans cesse au cours de quelque quatorze siècles.

1, 2, 3. Découverte du canon indien non spéculatif. — Il n'y a pas seulement que la spéculation yuga repose toujours, malgré tout, au moins indirectement, sur une réalité du même coup transitoire. La même méthode nous a permis de découvrir un autre fait pareillement important et inattendu et tout à fait celé dans la donnée numérique (6, 3, 3) : au beau milieu des canons à yuga on trouve aussi en Inde le canon objectif, le canon non spéculatif et nous avons maintenant inventorié cinq de ces canons où délibérément ou de fait des astronomes ont renoncé et certainement dénoncé les yuga.

De surcroît, singulièrement dans les trois canons de la famille du k.(Lalla) du début du xe siècle, ces astronomes inconnus ont atteint à des éléments aussi fins qu'objectifs. Ils ont atteint à un état de progrès qui aurait pu et aurait dû faire révolution dès lors dans le destin de la connaissance.

Rien de semblable ne s'est produit, car nonobstant et pillant d'ailleurs cet état de science, la spéculation yuga n'en a pas moins

repris sa carrière comme devant. Cela donne la mesure de l'histoire des idées qui se révèle en même temps qu'une authentique histoire de l'astronomie indienne.

1, 2, 4. Le texte astronomique indien. — Toujours en langue sanskrite, avare d'informations historiques, totalement muet sur les observations dont nous saurons maintenant la réalité et la valeur assez souvent méritoire, complètement dépourvu de discussions et de démonstrations — sauf, parfois, le commentaire, toujours en prose — le texte astronomique indien présente par contre des qualités non moins remarquables et même assez exceptionnelles.

La donnée astronomique y est non seulement explicite, toujours, mais encore et surtout sa valeur numérique a été parfaitement conservée au cours du temps, à travers quantité de copies manuscrites. Bien que dans un énoncé très elliptique dans le texte proprement dit où l'habitude de la versification, à fin mnémotechnique ici, a entraîné jusque dans une langue technique une synonymie le plus souvent illimitée — fait également insolite dans l'histoire de l'astronomie — l'élément astronomique du texte sanskrit est généralement très précis et, comme l'expérience le démontre de façon péremptoire, son nombre est d'une sécurité sans rivale. Cela est dû à des procédés de notation qui évitent systématiquement les chiffres, toujours et partout. Le procédé de loin le plus courant est celui qu'on peut appeler le symbole numérique, qui puise un peu partout des symboles ou bien naturels, comme « yeux » (*nayana* ou tout autre parmi de très nombreux synonymes) ou « bras » (*bāhu*, etc.) ou « main » (*kara*, etc.) pour 2, ou bien dans la tradition ou les associations d'idées traditionnelles, il y a sept « montagnes » (*adri*, etc.), quatre « océans » (*udadhi*, etc.), etc.; les mots « ciel » ou « espace » donnant le zéro (*kha*, etc.), car il s'agit déjà, rappelons-le, de la numération de position à base dix. En dépit de la synonymie pratiquement illimitée ici aussi, le symbole est toujours parfaitement clair et le nombre étonnamment préservé.

De prime abord puéril, ce procédé s'est trouvé extrêmement efficace dans la conservation du nombre et sans aucun doute a été conçu à cet effet. Le texte astronomique étant toujours versifié[1], en même temps qu'on avait le choix pour trouver un synonyme d'une scansion voulue, le mot symbole est pris dans le mètre et le chiffre qu'il porte est du même coup fortement assuré dans le texte comme dans la mémoire, le calculateur se récitant les vers pour poser les chiffres lors des opérations. Cette conservation des nombres est d'autant plus frappante que le manuscrit indien ne remonte jamais bien haut matériellement, quelque deux ou trois siècles en général,

(1) Il s'agit d'une prosodie de syllabes longues ou brèves, comme dans la métrique gréco-latine, à cela près qu'ici la quantité de la syllabe est toujours parfaitement claire et très systématique, ainsi que les mètres généralement utilisés dans le texte astronomique.

et des données numériques en chiffres nous seraient certainement parvenues dans un état inutilisable.

Rappelons qu'en astronomie comme ailleurs le texte sanskrit est pourvu d'un titre bien individualisé, propre à un seul texte. Il en est de même, le plus souvent, pour le commentaire. D'où ces mots composés plus ou moins importants.

1, 2, 5. Le canon astronomique. — De tous les éléments astronomiques constituant un ensemble, éléments moyens, apsides, nœuds, excentricités, appareil de calcul des longitudes vraies, ce sont essentiellement les longitudes moyennes et les apogée et nœud de la Lune qui ont subi les distorsions des yuga et par conséquent ont été sans cesse remaniés d'un siècle à l'autre en Inde et, du même coup, fournissent essentiellement à la recherche historique (2, 1, 2).

Nous entendons par *canon* tout ensemble d'éléments conçu comme un tout par un auteur, ces éléments étant toujours présentés conjointement dans un texte, un commentaire ou une citation, que les éléments soient effectivement, astronomiquement, solidaires, comme souvent, comme dans le k.(ŚaṅkNār) par exemple, ou censés tels, comme dans le remaniement partiel du k.*KhKhUtt.*

Étant donné les conditions très particulières qu'a entraînées la spéculation yuga dans l'astronomie indienne, il faut bien considérer les faits suivants.

Si échelle des temps et époque sont indispensables à la formulation d'un canon, il est non moins évident que mathématiquement un même canon peut être posé sur n'importe quelle époque et n'importe quelle unité de temps. Ici la remarque n'est pas seulement théorique : c'est bien ce qui se produit abondamment dans les textes indiens et de diverses façons. De même les positions, moyennes ou vraies, sont finalement indépendantes de procédés opératoires qui éventuellement varient beaucoup de forme d'un texte à l'autre, tout en menant foncièrement aux mêmes résultats. A ceci près que le formulaire astronomique ou *karaṇa* (1, 2, 6) pratique par exemple, dans l'appareil des longitudes vraies, l'interpolation — généralement linéaire — de valeurs tabulées, tandis que le traité d'astronomie ou *siddhānta* (1, 2, 7) donne la formule trigonométrique.

C'est ainsi que très généralement un même canon nous est connu de plusieurs sources dont les données se recoupent parfaitement, bien qu'elles se présentent sous des aspects et procédés fort divers et sur des époques qui sont toujours différentes d'un texte à l'autre (1, 2, 6), lorsque ce ne sont pas des époques fictives (1, 2, 9).

Par exemple c'est un même canon, le k.*BrSphS*$_2$ (6, 5), qui se retrouve dans les quatre textes suivants. Deux sont des siddhānta — c'est-à-dire en particulier qu'ils présentent les éléments sur l'époque de 3102 av. J.-C. (1, 2, 9) — et les deux autres des karaṇa sur des époques réelles choisies pour la commodité des calculs :

Le *Siddhāntaśekhara*, de Śrīpati, du milieu du XIe siècle,

Le *Rājamṛgāṅka*, de Bhoja, XIe siècle, sur une époque de 1042 A.D.,

Le *Siddhāntaśiromaṇi*, daté de 1150 A.D., de Bhāskarācārya, né en 1114,

Le *Karaṇakutūhala*, du même auteur, sur une époque de 1183 A.D.

Il faut préciser que c'est uniquement la donnée numérique qui permet de contrôler ou révéler ces parentés. Non seulement les textes astronomiques indiens ne font généralement pas référence les uns aux autres, mais de plus les mentions qui s'y trouvent de-ci de-là sont autant d'énigmes qui ne manqueraient pas et n'ont pas manqué d'égarer l'historien sans le secours de l'investigation technique. D'autre part il s'avère que tel ou tel auteur ancien, faute d'information et à cause d'une déformation sacralisante qui dispensait de sonder la donnée numérique, a bel et bien ignoré des faits parfois récents. Ainsi apparaît-il qu'en fin du VIe siècle, Varāhamihira, de la religion du Soleil, n'a pas su ni aperçu que le *Sūryasiddhānta* ou « siddhānta du Soleil » qu'il recommande en un karaṇa d'époque 505 A.D., était d'un canon créé peu auparavant par Āryabhaṭa, dont il connaissait pourtant le nom et vraisemblablement les ouvrages.

Ainsi il est bien entendu que le sigle en « k. », comme k.*ĀryBh*, ne désigne plus un texte, ici l'*Āryabhaṭīya*, ni l'époque qui s'y trouve produite, mais uniquement le canon qu'il contient et qu'éventuellement on retrouve aussi bien dans un autre texte sur une autre époque et sous une tout autre formulation, comme est du k.*ĀryBh* aussi le formulaire *Grahacāranibandhana* de Haridatta qui stipule à bon escient cette parenté parfaitement vérifiable (4, 2, 1).

Lorsque au contraire du k.*ĀryBh* nous ne savons pas si c'est le texte original ou le véritable auteur du canon ou lorsque nous savons que ce n'est ni l'un ni l'autre, nous mettrons entre parenthèses le sigle du titre de l'ouvrage ou du nom de l'auteur qui nous fait connaître le premier ce canon, comme k.*(PañcS)* selon le titre de la *Pañcasiddhāntikā ;* k.(ŚaṅkNār), d'après le commentateur Śaṅkaranārāyaṇa ; k.*(GCNibS)*A et k.*(GCNibS)*B, deux canons que révèle successivement l'anonyme *Grahacāranibandhanasaṃgraha* (6, 3, 2).

1, 2, 6. Le formulaire astronomique ou karaṇa. — Lorsqu'il y a lieu de considérer la forme et l'époque que revêt un canon dans un texte particulier, ce texte sera toujours un *karaṇa* ou formulaire pratique et l'on désignera cette forme particulière par un « f. » suivi du millésime A.D. de l'époque utilisée dans le formulaire : comme déjà dit, le f.1042 du *Rājamṛgāṅka* de Bhoja et le f.1183 du *Karaṇakutūhala* de Bhāskarācārya sont du k.*BrSphS*$_2$.

Le karaṇa est essentiellement destiné à fournir au calcul de l'horoscope. C'est pourquoi notamment il est construit sur une époque très proche de celle de sa confection — éventuellement bien postérieure à l'époque de l'élaboration du canon, celle-ci n'étant jamais mentionnée dans aucun texte — : la variable temps, le plus souvent en jours, l'*ahargaṇa*, est la plus petite possible pour l'usager

d'alors et simplifie notablement sa tâche. Comme font aussi de petites tables de fonctions qu'il suffit d'interpoler[1], comme déjà évoqué.

Toujours pour faciliter la tâche de l'usager et l'aider à ne pas commettre d'erreur en établissant la variable temps à partir de dates en un comput luni-solaire passablement subtil, il appert que l'auteur de formulaire prenait pour époque non seulement le jour de nouvelle lune de printemps où le millésime de l'ère śaka augmentait, soit un 1er *caitra* (NL), mais encore, à période ancienne, il choisissait une année où ce jour tombait un dimanche (D), premier de la série hebdomadaire, et correspondait à la *meṣasaṃkrānti* moyenne (MS) ou entrée du soleil moyen dans le signe du Bélier[2], selon une évolution qu'on peut voir sur les premiers siècles, en mentionnant les jours 1 de ces divers ahargaṇa :

f.505	de la *Pañcasiddhāntikā*,	dimanche	20 mars	505 A.D. :	NL, D, MS ;
f.638	d'Indochine (4, 1, 1),	dimanche	22 mars	638 A.D. :	NL, D, MS ;
f.665	du *Khaṇḍakhādyaka*,	dimanche	23 mars	665 A.D. :	NL, D, MS ;
f.932	du *Laghumānasa*[3],	dimanche	11 mars	932 A.D. :	NL, D ;
f.1042	du *Rājamṛgāṅka*,	dimanche	21 février	1042 A.D. :	NL, D ;
f.1092	du *Karaṇaprakāśa*,	vendredi	12 mars	1092 A.D. :	NL ;
f.1183	du *Karaṇakutūhala*,	jeudi	24 février	1183 A.D. :	NL.

Signalons ce qui apparaît dans deux cas où l'on a quelque précision sur la vie des auteurs : il est un peu étrange que Brahmagupta, né en 598 A.D. (5, 3, 1), livre le *Khaṇḍakhādyaka* en 665, à l'âge de 68 ans et 37 ans après son *Brāhmasphuṭasiddhānta* et Bhāskarācārya, né en 1114, le *Karaṇakutūhala* en 1183 (6, 5, 1), à l'âge de 70 ans et 34 ans après avoir écrit le *Siddhāntaśiromaṇi*. Il y a là un petit problème pour lequel on ne peut faire que des hypothèses et notamment celle-ci : le karaṇa était peut-être, parfois, confectionné et publié un peu avant l'époque qu'il utilise.

Mentionnons que l'ère de référence du karaṇa est toujours et nommément l'ère śaka d'époque 78 A.D. Il en est de même éventuellement dans le siddhānta ou le commentaire. Ajoutons que son millésime y est toujours « écoulé » ou, comme nous proposons de dire mieux, *cardinal*, jamais « courant » ou *ordinal :* pour l'astronome et l'astrologue ce millésime est un opérateur et ils le préservent de toute ambiguïté.

(1) Rappelons qu'un texte du début du VIIIe siècle, le *Khaṇḍakhādyakottara* (6, 1, 1), formule un mode d'interpolation précise qui correspond à la méthode de Newton limitée aux différences secondes.

(2) Ou soleil moyen à l'équinoxe vernal, au VIe et VIIe siècles. Le zodiaque indien reste ensuite de définition sidérale et il ne s'agit plus ensuite que du passage du soleil moyen ou vrai au point origine des longitudes (2, 1, 12).

(3) Des circonstances nous ont privé des moyens de poursuivre l'étude de ce formulaire où le canon est probablement de la famille du k.(Lalla) (6, 3).

D'autre part, dans le texte astronomique, le calendrier luni-solaire apparaît toujours *amānta* et *caitrādi*, c'est-à-dire avec un mois lunaire synodique commençant à la nouvelle lune et le premier mois de l'année luni-solaire de douze ou treize mois étant celui de caitra ou lunaison pendant laquelle le Soleil entre dans le signe du Bélier. Tout cela étant établi sur les éléments moyens pour ce qui concerne les premiers siècles et sur les synodies et longitudes vraies par la suite.

1, 2, 7. Le traité d'astronomie ou siddhānta. — Le *siddhānta* (4, 3, 8), ou quelquefois *tantra*, est le traité d'astronomie qui, sans entrer dans d'abondantes discussions et démonstrations comme l'Almageste, s'emploie à exposer l'ensemble de la matière astronomique et, par exemple, décrit plus amplement le calcul de l'éclipse de lune et de l'éclipse de soleil, aborde la description des procédés, moyens et instruments d'observation, etc.

En particulier le siddhānta ne fournit pas de tables des fonctions particulières pour l'appareil de calcul des longitudes vraies, mais seulement une table des sinus plus ou moins développée, sur une base ou unité de sinus (4, 1, 3) qui varie assez souvent d'un texte à l'autre[1], et par ailleurs, les divers paramètres étant donnés, énonce la succession des opérations trigonométriques qui constituent les formules du sphuṭīkaraṇa ou appareil des longitudes vraies (1, 3).

Surtout, de notre point de vue, le traité, plus ou moins empreint d'une certaine solennité, décrit tout l'appareil des yuga avec ses multiples les plus fantastiques, donne seulement pour les éléments leurs *yugabhagaṇa* ou révolutions complètes au *yuga* de 4 320 000 années, par exemple, ou au *kalpa*, période bien plus considérable encore, et parmi diverses époques fictives dues à la spéculation utilise en fait celle du Kaliyuga (1, 2, 9).

1, 2, 8. Le texte apocalyptique. — Pour autant qu'on puisse voir c'est Āryabhaṭa qui a introduit les yuga dans la connaissance (4, 3, 5) et l'on verra quelque détail d'un processus qui amène les tenants d'Āryabhaṭa à se persuader qu'il n'a pu parvenir à cette connaissance que par une révélation de Brahma. Plus encore et hors de ceux-là le processus a entraîné dès le VIe siècle et probablement aussitôt après Āryabhaṭa, la confection de textes anonymes ou pseudépigraphes arborant un nom de dieu ou de *muni*, « sage », auquel Brahma ou, par la suite, un autre dieu, se trouve révéler des éléments astronomiques dont nous avons parfois le texte original dûment signé et daté.

Ainsi a-t-on remarqué depuis longtemps que le *Pitāmahasiddhānta* — Pitāmaha = Brahma — contenu dans le *Viṣṇudharmottarapurāṇa* (5, 3, 2) est un démarquage, avec autre texte, de l'ouvrage de Brahmagupta, le *Brāhmasphuṭasiddhānta* daté de 628 A.D.

(1) C'est généralement la valeur 3438 (4, 3, 7). Dans les autres bases il apparaît que l'auteur prend un nombre qui produit des résidus le plus petit possible lors de la réduction à l'unité la plus proche dans les valeurs tabulées de la fonction.

C'est ce que nous appellerons la sacralisation des yuga et de la connaissance astronomique et, avec le sens originel du mot, le texte apocalyptique. Lequel, bien entendu, est toujours de la forme siddhānta.

On verra que Brahmagupta lui-même, au commencement du VIIe siècle, se fonde sur un ou des siddhānta apocalyptiques nécessairement postérieurs à Āryabhaṭa, comportant une superfétation de yuga qui relève de jeux d'émendations (1, 2, 10) sur les éléments de celui-ci. De plus, en aménageant encore les données de ces apocalyptiques qui font déjà figure de textes anciens où la vraie révélation se sera altérée, Brahmagupta se flatte d'avoir retrouvé l'authentique canon révélé *jadis* par Brahma : révélation et tradition sont devenues immémoriales, dès après Āryabhaṭa, lequel passe bien sûr pour y avoir contrevenu très abominablement.

C'est ce que nous appelons l'immémorialisation des yuga et, dans une certaine mesure, de la connaissance astronomique en Inde.

Cela dit, il faut préciser que si ces aberrations ont joué un rôle formidable dans la connaissance en incitant des astronomes à rechercher de siècle en siècle de définitifs yuga (1, 2, 10), — ce n'est pas l'autorité d'Āryabhaṭa qui pouvait à elle seule conditionner à ce point les esprits —, elles n'ont quand même pas entraîné dans la véritable littérature astronomique la confusion délirante qui se voit en d'autres endroits de la littérature. En Inde comme ailleurs il faut bien voir de quel milieu ou niveau intellectuel relève tel ou tel texte. Ce ne sont pas des astronomes qui ont rédigé ces apocalyptiques où les noms d'auteurs et titres ont disparu, qui trouvent place dans les purāṇa[1] et, d'ailleurs, chez le faiseur, procédaient sans doute plus du mobile publicitaire que du délire.

Hormis ces démarquages, même lorsqu'il est sous l'emprise de ces aberrations, l'astronome ou l'auteur du texte astronomique ne perd jamais complètement de vue la réalité technique et, dans la mesure des informations qu'il possède, historique. En particulier, si l'on trouve dans son texte des aberrations et des erreurs, on n'y surprend jamais des falsifications ou des supercheries.

1, 2, 9. Les époques fictives, celle du Kaliyuga. — Il apparaît dans le siddhānta des époques remontant à plusieurs millénaires avant l'ère chrétienne ou bien plus loin encore, soit par exemple le début du présent kalpa selon Āryabhaṭa (4, 3, 5) : 1986123102 av. J.-C. Aussi dépourvues de signification physique que les yuga et dues pareillement à la spéculation, ces époques ont amené bon nombre d'auteurs modernes à conclure que cette pseudo-astronomie ne pouvait

(1) Textes cosmologico-légendaires où un fonds assez ancien s'est accru de diverses rubriques plus ou moins tardives, voire récentes. A la limite, voir le passage du *Bhaviṣya-purāṇa*, III *(Pratisargaparvan)*, I, v, 37, où figurent comme exemples d'une certaine langue barbare sunday, February et sixty.

être qu'un délire numérique absolument libre de toute réalité, une caricature de connaissance et une supercherie caractérisée.

En pratique les époques fictives se réduisent à celle du *Kaliyuga*, soit KY, en un moment de l'année 3102 av. J.-C. A ce moment un canon à yuga pose une conjonction générale en longitude moyenne au point origine de ces longitudes sidérales (2, 1, 12), soit rigoureusement exacte, soit seulement approchée, des Soleil, Lune et planètes; les apogée et nœud ascendant de la Lune se trouvant respectivement, exactement ou environ, selon le canon, à 90° et 180° de ces longitudes.

On a au total deux variétés d'époque Kaliyuga, selon que le canon place le moment origine du jour astronomique au moment que nous pouvons traduire par minuit ou 0 heure temps civil d'Ujjayinī (2, 1, 11), soit 0h TCUjj, canon dit en conséquence *ārdharātrika*, « en minuit », ou bien, dans l'autre variété, à 6h TCUjj, canon *audayika*, « en lever ». Rappelons ces deux époques qui ont pu être aisément identifiées en toute certitude par les premiers indianistes de ce domaine. Ce sont, avec la période julienne ajustée sur le temps moyen de Greenwich, PJ, avec la forme algébrique du millésime A.D. qu'il faut préférer à l'expression des chronologistes « 3102 av. J.-C. », algébriquement inconséquente, et en mentionnant le jour de la semaine qui fait partie de la spéculation :

KYārdh :	vendredi 18 février -3101 A.D.	0h TCUjj : 588465,2895 PJ;
KYaud :		6h TCUjj : 588465,5395 PJ.

Cela dit, il faut bien voir que ces époques spéculatives ou fictives relèvent d'extrapolations, d'une illusion et non pas d'une supercherie : aucun texte indien — pas même le *Sūryasiddhānta* (6, 6, 2) et pas même hors de la littérature astronomique — n'affirme ou ne suggère nulle part que des observations astronomiques ont été faites à pareilles époques. Pas même, et l'on peut même dire surtout pas, les falsificateurs de nos textes apocalyptiques. On peut être sûr qu'ils sont d'une entière bonne foi à cet égard : démarquant les ensembles de données astronomiques dont nous connaissons maintenant les auteurs, les textes originaux ou pour le moins les époques authentiques (1, 2, 11), leur seule fin est de les présenter comme une révélation de Brahma ou de Viṣṇu et ils n'ont justement que faire de faire croire à des observations astronomiques et antiques.

La raison de l'institution et de l'usage de ces époques fictives, en pratique le seul KY, est tout autre : pour l'astronome bien convaincu d'avoir mis la main sur des valeurs absolues des constantes, ces époques constituent des *époques naturelles*. Pour Āryabhaṭa qui a sans doute créé les yuga et le KY et qui pose au KYārdh dans le k.*(SūryS)* (4, 1, 2) comme au KYaud dans le k.*ĀryBh* (4, 2, 2) une conjonction générale exacte, l'un ou l'autre KY se présente comme une époque astronomique naturelle où les *kṣepa*, époques ou radices, des longitudes moyennes sont nuls pour le Soleil, la Lune et les cinq planètes.

On mesure que sitôt après Āryabhaṭa cette époque Kaliyuga s'est trouvée consacrée très rapidement comme le reste parmi les idées reçues. Au point que cette idée reçue ne procède plus non plus de l'œuvre d'Āryabhaṭa, mais au contraire l'a nécessairement précédé de temps immémorial aussi.

1, 2, 10. Les jeux d'émendations ou bīja. — Souvent, hormis toute information historique et quoique bien au complet, un canon ne nous est livré que sous la forme du jeu de *bīja* ou termes correctifs s'appliquant aux éléments d'un texte déterminé, c'est-à-dire modifiant un canon déterminé.

Non moins souvent, d'ailleurs, et même dans un texte de fonds comme un siddhānta, comme par exemple le *Siddhāntaśiromaṇi*, l'auteur formule tout d'abord l'ensemble des données du canon de départ ou canon premier, qui est tombé en désuétude, et ensuite le jeu de bīja menant de celui-ci au canon second qui est cette fois le canon que préconise l'auteur. Notons au passage que cela multiplie encore nos sources pour la connaissance d'un canon. Ainsi le *Siddhāntaśiromaṇi* du XIIe s. ne nous fait pas seulement connaître le canon composite dont il relève, le k.$BrSphS_2$, mais encore il révèle à coup sûr l'existence d'un k.$BrSphS_1$ forgé au Xe s. (6, 5, 3) et relate à nouveau et tout congrûment le k.*BrSphS* de Brahmagupta du commencement du VIIe siècle et de son *Brāhmasphuṭasiddhānta*.

Parfois de termes constants ou pratiquement constants (6, 2, 2), les bīja sont le plus souvent effectivement fonctions du temps, mais il faut noter que leur époque non plus n'a pas nécessairement de signification chronologique *a priori*. Les bīja sont eux-mêmes le plus souvent sur l'époque fictive (1, 2, 9) et même lorsque ce n'est pas le cas, même lorsque leur époque se situe dans des temps tout à fait historiques, elle ne révèle absolument rien par elle-même *a priori*.

D'autre part il faut bien voir que ce sont de ces émendations qui font passer du k.*BrSphS* de la figure 10 au k.$BrSphS_2$ de la figure 30. D'autres encore transforment ce dernier canon en k.Rāma de la figure 38, d'autres encore en k.RāmC de la figure 46. C'est par de pareils termes correctifs qu'on passe du k.*ĀryBh* de la figure 6 aux k.(Lalla), k.*(GCNibS)*A et k.*(GCNibS)*B des figures 18, 20, 22 et, soit dit en passant, les époques de ces bīja sont de 498 et 522 A.D. et ces canons du début du Xe siècle.

Ainsi, ou bien, *précisément il ne reste rien des fondements réels du canon premier dans le canon second*, ou bien, fait plus significatif encore s'il est possible, *de pareils termes correctifs transforment un canon spéculatif en un canon non spéculatif.*

C'est dire qu'il s'agit de tout autre chose que d'émendations. Dans le premier cas, en dépit de la manière d'exposition dans les textes et d'une nomenclature qu'on va voir (1, 2, 13), il s'agit bel et bien d'une annulation totale du canon premier et de l'oblivion caractérisée des observations du passé. Chaque fois qu'un jeu de

bīja mène d'un canon spéculatif à un autre canon spéculatif, ce qui est presque toujours le cas, le canon second se trouve toujours tout à fait étranger au canon premier, en dépit des apparences de la procédure d'exposition et de la nomenclature. C'est une réfection des yuga, ce n'est pas un progrès, ce n'est pas une mise en œuvre et une émendation du canon premier, mais justement la suppression délibérée de la signification physique qu'il revêtait malgré tout.

1, 2, 11. L'époque authentique et sa lecture en probabilité. — L'épreuve d'un canon consiste à mesurer les écarts qu'il présente sur les éléments fins de la connaissance actuelle (2, 1) et qui révèlent d'un coup sur les graphiques la nature du canon à yuga, en particulier. Celui-ci ne repose jamais que sur un unique ensemble d'observations, ce que nous appelons l'époque authentique du canon, auparavant tout à fait inconnue (1, 2, 13). La théorie statistique des écarts du canon à yuga (2, 3) tient tout à fait la promesse des graphiques. Leur mode de lecture en probabilité délimite l'époque authentique du canon à yuga avec une finesse exactement à la mesure où les éléments ont été sollicités pour fournir les yuga.

Le cas du canon à yuga résultant d'un remaniement partiel ou canon composite se réduit au cas général, les éléments se répartissant en deux canons dont le dernier donne évidemment l'époque authentique du canon second et composite. Et ce dernier se trouve rapporter ou parfois révéler, au moins en partie, le canon premier.

Il faut dire quelques mots sur la signification et notamment la signification logique de cette époque authentique dont nous n'aurions jamais eu connaissance autrement et rappeler la signification des estimations statistiques.

Cette époque authentique est donnée sous la forme $\tau_0 \pm \sigma_\tau$ et σ', comme par exemple en k.*(SūryS)* (4, 3, 3, ligne 7 du tableau) : 511,0 ±6,0 A.D. et $\sigma' = 4',5$. Le premier nombre ou τ_0, ici 511 A.D., est l'époque la plus probable des observations qui sont à la base du canon en ce qui concerne les éléments traités et σ_τ est l'écart moyen quadratique ou écart-type de cette datation aléatoire qui est en définitive, pratiquement, de la distribution normale ou de la fameuse courbe de Laplace-Gauss. Rappelons la puissance de cette ressource avec cet exemple où l'écart-type n'est pourtant pas des plus fins qui se trouvent. La certitude absolue étant 1, on a dans ce cas, pour le groupement des observations, à prendre strictement les paramètres ci-dessus pour simplifier,

entre 505	et 517 A.D.,	la probabilité de	0,68,
499	523		0,954,
493	529		0,9973,
487	535		0,999937,
481	541		0,99999943,
475	547		0,9999999980,
469	553		0,999999999974,
463	559		0,99999999999988, ...

Le σ', ici 4',5, est la valeur la plus probable de la précision atteinte par ces éléments moyens ou de la précision du canon au temps de son élaboration, en ce qui concerne les éléments traités ici. Il arrive qu'un écart soit manifestement entaché d'une erreur systématique — comme par exemple figure 4 ceux de Mercure et Jupiter —, ce qu'on pourrait démontrer *a posteriori* et ce qui diminue seulement le nombre d'éléments qu'on peut prendre en compte pour les estimations statistiques (2, 1, 13).

En bonne méthode il faut bien voir la logique de ces informations. Si la courbe de Laplace-Gauss donne en « queue de gauche », c'est à-dire antérieurement à τ_0, un *terminus a quo* général et tout à fait rédhibitoire pour les observations, pour le canon et pour le texte à la fois, par contre le *terminus ad quem* de la «queue de droite», postérieurement à τ_0, n'est strictement que celui des observations prises en compte pour l'élaboration du canon, il n'est pas nécessairement le *terminus ad quem* de la confection du canon et encore moins nécessairement celui de la confection du texte.

L'expérience montre que la confection du canon remonte généralement à l'époque authentique et que l'auteur du canon à yuga est malgré tout un astronome. Mais cette réserve théorique jouera d'office lorsqu'on mesurera qu'un canon n'est en fait que le décalque d'un autre, lui empruntant sa réalité de base pour l'appareiller sur un système de yuga différents. Pratiquement, le canon à yuga tombant assez rapidement en désuétude, cela ne joue que sur un délai assez court, disons de l'ordre du demi-siècle. Malgré tout, tout en altérant plus ou moins sensiblement la réalité empruntée, en forçant les éléments du canon premier dans un système de yuga plus ou moins différents, le canon-décalque n'en livre pas moins, plus ou moins relâché, le $\tau_0 \pm \sigma_\tau$ du canon pillé, en même temps qu'il n'en peut donner d'autre. Ce cas est bien illustré par le k.*BrSphS* (5, 3, 5).

C'est évidemment à cause du canon à yuga que les canons ont été nombreux tout au long de l'astronomie indienne et il est certain que le présent inventaire représente très incomplètement tous ceux qui se sont succédé et concurrencés au cours de quatorze siècles[1].

De plus, le fait que le canon à yuga a toujours été frappé de désuétude à plus ou moins brève échéance, comme on verra, montre aussi, globalement, que bon an mal an on n'a jamais cessé en Inde de procéder à des observations plus ou moins soignées.

1, 2, 12. Éléments d'éclipses et canons composites. — Le canon composite (1, 2, 11) met en évidence un fait important : les divers éléments susceptibles du traitement statistique (2, 3) se répartissent en deux sous-ensembles, celui que nous appellerons les éléments d'éclipses et celui des éléments planétaires.

(1) On en confectionnait encore au XIXe et, sur des données modernes, semble-t-il, il s'en fait encore aujourd'hui. Nous n'avons pas abordé l'étude des canons des tout derniers siècles.

L'éclipse constituait l'observation de fait, qui s'imposait à l'attention, surtout l'éclipse de soleil — assez rare il est vrai pour un lieu donné —, et au surplus s'imposait à l'attention du public où elles causent aujourd'hui encore une grande émotion assortie d'interdits et injonctions religieuses (5, 4, 5).

Il faut bien voir que c'est dans l'éclipse que le public était en mesure de juger, au moins globalement, l'astronome et le praticien du formulaire astronomique en même temps que leurs prévisions. Il y a fort à parier que cela stimulait encore l'attention de l'astronome. Toujours est-il que c'est bien l'éclipse qui le plus souvent amenait en premier la réforme d'un canon à yuga : dans le cas du canon à yuga de la variété composite l'époque authentique des éléments d'éclipses se situe presque toujours après celle des éléments planétaires.

Ces nouveaux éléments d'éclipses du canon composite se révèlent particulièrement disparates, au contraire du canon à yuga homogène où les éléments d'éclipses ont une convergence à peu près du même ordre que les autres. Cette disparate relève certainement d'émendations qui ont été improvisées sur une éclipse isolée. Grâce aux moyens de calcul actuels et grâce, justement, à la mauvaise qualité de ces éléments dans la réforme partielle et improvisée, il devrait être possible à l'avenir d'identifier l'éclipse isolée et d'avoir cette fois la date authentique du canon composite, plus sûrement que dans le canon homogène — où ces éléments reposent certainement sur plusieurs éclipses de lune — et bien que le traitement menace d'être fort délicat dans le cas où il se sera agi d'une éclipse de soleil.

1, 2, 13. L'investigation philologique et technique. — Il faut bien dire qu'*aucune de ces époques authentiques n'est jamais mentionnée dans aucun texte.* C'est assez dire l'impuissance à laquelle la seule philologie se trouvait condamnée dans cette littérature et cette astronomie extrêmement particulières. Mentionnons par exemple que tout en connaissant l'époque où a vécu Āryabhaṭa, on ne savait absolument rien jusqu'ici de la réalité astronomique que contiennent ses éléments et qu'il suffit de voir sur la figure 5 ou la figure 6. Au point que l'auteur d'une traduction autorisée s'est pris à noter : « If Āryabhaṭa began the Kaliyuga at 3102 B.C. as later astronomers did, ... »[1].

On a vu quels faits importants gisaient jusqu'ici dans les jeux de bīja et comment, en particulier, dans le canon à yuga, le canon second porte annulation du canon premier auquel il se substitue (1, 2, 10). Or les auteurs du texte sanskrit ne manquent pas de reconduire purement et simplement la dénomination du canon premier sur le canon second.

Voici l'un des exemples les plus significatifs. Là où le nouveau canon n'est pas présenté en deux parties, canon premier puis jeu de bīja, mais en une seule série d'éléments où les pseudo-émendations

(1) W. E. CLARK, *The Āryabhaṭīya...*, Chicago (1930), p. 54.

sont déjà intégrées dans les éléments du canon premier. C'est ainsi que nonobstant, dans son *Karaṇaprakāśa*, Brahmadeva présente en f.1092 le k.(Lalla) de la figure 18 comme *āryabhaṭaśāstrasama*, « identique au traité d'Āryabhaṭa » ou *Āryabhaṭīya* qui porte le k.*ĀryBh* de la figure 6.

Dans les mêmes conditions de formulation et alors qu'il s'agit du k.*BrSphS*$_2$ de la figure 30, Bhāskarācārya donne le f.1183 de son *Karaṇakutūhala* comme *brahmasiddhāntatulya*, « équivalent au Brahmasiddhānta », ce qui devrait désigner le *Brāhmasphuṭasiddhānta* de Brahmagupta et le k.*BrSphS* de la figure 10, qui, une fois de plus, n'est ici que le canon primitif d'une prétendue école et comme toujours se trouve purement et simplement annulé dans cette nominale reconduction.

Un exemple encore : des bīja font même passer de l'une à l'autre de ces prétendues écoles. On voit chez le commentateur Āmarāja[1] un jeu de bīja sur époque de 1180 A.D. qui transforme le k.*(SūryS)* de la figure 4 en k.*BrSphS*$_2$.

C'est dire encore pourquoi on ne pouvait atteindre à beaucoup d'informations par la seule étude philologique des textes astronomiques indiens. Non seulement les plus importantes sont enfouies dans leurs données numériques, mais encore et de plus le peu d'informations qui se lisent dans les textes avaient de quoi égarer les recherches. Bien que ce ne fût pas vraiment le mobile des auteurs indiens — ils reconduisent effectivement, plus ou moins, d'un canon à l'autre, des modalités de yuga, des modalités de spéculation, des appareils de longitudes vraies, etc., et c'est ce qui comptait à leurs yeux —, tout cela faisait un tissu d'apparences qui masquait d'uniformité un cours et une histoire au contraire fort tourmentés. Il faut l'alliance de la philologie et de la technique pour achever de déceler une histoire de l'astronomie proprement étonnante à plus d'un titre.

De la même façon on a été amené à se méprendre beaucoup jusqu'ici sur la valeur respective des auteurs. Maintenant l'audience et la notoriété d'un auteur se révèlera parfois sans commune mesure avec sa valeur intrinsèque. Par exemple il suffit de constater, figure 30, ce que valait le k.*BrSphS*$_2$ au milieu du XIIe siècle pour réduire considérablement l'importance que l'indologie s'est trouvée accorder à Bhāskarācārya : c'est un auteur abondant et réputé dans cette littérature, en même temps que confit en tradition et orthodoxie, qui a traité d'astronomie, mais n'a sans doute pas fait d'observations ou, pis encore, s'est satisfait de peu.

Tout au contraire et comme par hasard aussi, il a fallu cette présente investigation numérique pour découvrir les travaux et canons qui font honneur à cette astronomie ancienne, surtout les trois canons de la famille du k.(Lalla) : les textes et les commentaires les plus abondants ne soufflent mot, sauf erreur, sur les auteurs ou

(1) Babuā MIŚRA, éd. du *Khaṇḍakhādyaka* et du C. d'Āmarāja, p. 20 sq.

leurs textes. Les uns et les autres restent inconnus et seraient restés tout à fait insoupçonnés sans la mise en œuvre de la subreptice résurgence des trois jeux de bīja (6, 3, 2).

1, 3. — LES ÉLÉMENTS ANCIENS ET LEUR NOMENCLATURE

1, 3, 1. L'appareil des longitudes vraies ou sphuṭīkaraṇa. — Si les longitudes moyennes, appelées *madhyama* — du moins pour le Soleil, la Lune et les planètes supérieures, les deux autres *graha* ont une nomenclature différente (1, 3, 5) —, qui déterminent essentiellement un canon, ont été sans cesse très profondément remaniées d'un canon à l'autre et de siècle en siècle, il n'en va pas de même des constantes et de l'appareil de calcul qui mène des positions moyennes aux positions vraies ou *sphuṭa(graha)* et constitue le *sphuṭī*° ou *spaṣṭīkaraṇa*. Hormis de rares modifications de constantes et quelques retouches empiriques, on a semble-t-il, dans l'état actuel de nos recherches, trois systèmes de sphuṭīkaraṇa reconduits depuis les trois canons anciens qui font figure de chefs d'écoles, les k.*(SūryS)*, k.*ĀryBh* et k.*BrSphS* des VIe et VIIe siècles.

Lorsque des bīja font passer d'un canon à un autre (1, 2, 10), cela se fait généralement à l'intérieur du même *pakṣa* ou école et le canon second a tout généralement mêmes constantes et même sphuṭīkaraṇa que le canon premier, c'est un des quelques points qui font la faible réalité de ces écoles.

Dans le cas du canon-décalque (1, 2, 11) celui-ci adopte bien entendu les constantes et l'appareil de longitudes vraies de l'école dont il se réclame. Ainsi le k.*BrSphS*$_2$ prend ceux du k.*BrSphS* bien qu'il s'inspire beaucoup, pour le moins, des canons de la famille du k.(Lalla) (6, 3). A l'exception du k.*SūryS*$_2$, exceptionnel à bien des égards et qui, au contraire du k.*(SūryS)*, pratique des excentricités variables (4, 2, 2).

Au sphuṭīkaraṇa du k.*(SūryS)*, le plus simple et assez bien connu jusqu'ici — encore que des publications présentent des erreurs qui se sont inévitablement répercutées de l'une à l'autre (4, 1, 3) —, nous ajouterons ceux des deux autres écoles (4, 2, 3) (5, 3, 4).

Voici tout d'abord les caractéristiques générales qu'il est indispensable de connaître et plus généralement la position du problème dans l'astronomie ancienne.

Parmi les graha il y a tout d'abord le Soleil et la Lune, tardivement et épisodiquement appelés les *prakāśaka*, les « luminaires », puis les planètes ou *tārāgraha*, « graha (ponctuels comme les) étoiles ».

1, 3, 2. Sphuṭīkaraṇa du Soleil et de la Lune. — Cet appareil est évidemment le plus expéditif et hormis l'évection qui surgit au XIIe siècle[1], mais n'est pas communément appliquée, l'équation du

(1) Bhāskarācārya, *Bījopanaya*.

centre de la Lune résulte comme celle du Soleil d'un épicycle ou, ce qui est équivalent, d'un cercle excentrique. On sait que le cercle excentrique qui rend compte approximativement du mouvement elliptique a une excentricité double de celle de l'ellipse correspondante, nous l'écrirons donc 2e afin de laisser apparente cette similitude foncière.

Comme chez Ptolémée et désignée du mot *kendra*, l'anomalie moyenne est comptée non du périgée ϖ, mais de l'apogée, soit ϖ', peut-être par analogie avec le mouvement en commutation des planètes où le lieu du Soleil joue le rôle d'apogée. Soit $\pounds$ la longitude moyenne ou *madhyama*, « (lieu) moyen », ε l'équation du centre et $\pounds$ la longitude vraie, au lieu d'une formule du cercle excentrique équivalant (4, 1, 3) à

$$\text{tang}\ \varepsilon = \frac{2e \sin(\pounds - \varpi')}{1+2e \cos(\pounds - \varpi')},$$

le texte indien prend la forme simplifiée, pratiquement équivalente ici, nous dirions aujourd'hui que c'est le premier terme du développement en série :

$$\sin \varepsilon = 2e \sin(\pounds - \varpi')$$
$$\text{et} \qquad \pounds = \pounds - \varepsilon.$$

Les 2e qu'on trouve dans le texte indien peuvent paraître trop forts pour le Soleil et trop faibles pour la Lune. Rappelons l'explication déjà vue jadis par l'astronome Bailly et ce sera montrer encore le contact de la réalité dans l'astronomie indienne. C'est tout simplement que ces excentricités ont été établies sur les meilleures observations qui pouvaient être faites dans l'astronomie ancienne, les éclipses, où du même coup les perturbations les plus importantes du mouvement de la Lune se réduisent notablement[1] et prêtent justement à des équations de cet ordre. Lors des éclipses la réduction à l'écliptique est évidemment tout à fait négligeable ici, la variation s'annule et l'évection se résoud à un terme en anomalie moyenne qui réduit précisément l'équation du centre proprement dite, comme a bien noté Bailly[2]. Il faut ajouter que l'équation annuelle du mouvement de la Lune dépendant de l'anomalie moyenne du Soleil, à travailler sur les positions relatives des deux astres, les astronomes indiens se sont trouvés en augmenter l'équation du centre du Soleil, justement, et c'est bien ce qui explique ces couples de valeurs indiennes.

1, 3, 3. Le sphuṭīkaraṇa des planètes. — Le calcul de la longitude vraie des planètes s'opère comme si elles ne quittaient pas le plan de l'écliptique, ce qui est tout à fait acceptable dans l'ordre d'approximation de l'astronomie ancienne. Ce qui est sans importance dans le

(1) André DANJON, *Astronomie générale*, 2e éd., Paris, 1959, p. 296, 303.
(2) [Jean Sylvain] BAILLY, *Traité de l'astronomie indienne et orientale*, Paris, 1787, p. 13.

cas de la seule inclinaison importante, Mercure, qui pour d'autres raisons déjà est un cas bien à part, comme en peuvent témoigner tous les graphiques d'écarts qu'on verra, où bien souvent son tracé n'entre même pas du tout dans les limites de la figure, voir (2, 1, 13).

Le problème des latitudes est traité après coup et comme dans toute l'astronomie ancienne, de façon grossière, inévitable sans un meilleur modèle géométrique et sans une bonne connaissance des valeurs absolues des distances[1]. Le problème des latitudes n'intervenant pas dans le calcul des positions vraies, nous ne nous en occuperons pas dans cet ouvrage, non plus que de leurs *pāla* ou nœuds.

Le sphuṭīkaraṇa des planètes est singulièrement compliqué du fait que chacune a deux mouvements différents que nous savons maintenant être l'un un mouvement propre et l'autre un mouvement relatif à la Terre qui produit ce que l'on appelait jadis l'inégalité de commutation. En quelques mots, l'astronome ancien était trop obnubilé par la complexité des apparences géocentriques pour avoir bien vu tout ce qui était implicite dans ses formules élaborées de proche en proche et fortement marquées parfois d'expédients, artifices, coups de pouce géométriques ou mathématiques. Cependant le texte grec dit bien que l'une de ces inégalités « est visiblement relative au Soleil »[2] et le texte indien stipule par exemple, « le lieu du Soleil (moyen) est l'apogée du mouvement rapide des (planètes supérieures) »[3].

Pour bien saisir un traitement qui paraît maintenant bien compliqué et une nomenclature pareillement trop embrouillée à première vue, il est nécessaire de considérer d'abord les seules apparences géocentriques. Elles conditionnent la nomenclature et le traitement où l'on peut retrouver ensuite les éléments et dimensions dont nous connaissons aujourd'hui la nature.

Tout d'abord, à voir tout cela de la Terre, la planète supérieure — Mars, Jupiter et Saturne — se distingue tout à fait de la planète inférieure — Vénus et Mercure — et ce devait être le principal de ce qui obnubilait les esprits, empêchait de parfaire le modèle géométrique. Tout au moins c'est ce qui conditionne et explique sa nomenclature :

— La planète *supérieure* oscille de part et d'autre d'un lieu moyen $\mathcal{L}$ dont la distance au Soleil peut prendre n'importe quelle valeur

(1) Le texte indien propose des dimensions absolues d'orbites, mais ce n'est qu'une extrapolation à partir de la seule valeur connue et de façon bien approchée, la distance Terre-Lune. Posant une vitesse orbitale identique à celle de la Lune pour le Soleil et les planètes, les dimensions absolues y sont proportionnelles aux durées des révolutions.

(2) *Almageste*, IX, II, éd.-trad. Halma, II, p. 116 sq. : « Ce n'est pas un petit embarras que de voir en chaque planète deux anomalies très inégales en grandeur et en retours périodiques, et qui, quoique l'une soit visiblement relative au soleil, l'autre aux portions du zodiaque, sont tellement confondues ensemble qu'on a bien de la peine à distinguer ce qui appartient en propre à chacune d'elles. » (1, 3, 6).

(3) Varāhamihira, *Pañcasiddhāntikā*, XVII, 1.

angulaire, de 0° à 360°. Ainsi, chez la planète supérieure £ est bien le *madhyama* ou M. Pour la planète supérieure : M = £;

— La planète *inférieure*, au contraire, n'oscille jamais que de part et d'autre du Soleil et dans des limites déterminées, par exemple ±45° environ pour Vénus : chez la planète inférieure c'est le lieu (moyen) du Soleil, soit $£_\odot$, qui est le *madhyama* M. Pour la planète inférieure : M = $£_\odot$.

Voyons ensuite l'essentiel du détail en chacune de ces deux rubriques par conséquent bien distinctes. Soit r ce que nous savons être le rayon de l'orbite d'une planète, considérons-la circulaire, celui de l'orbite terrestre étant 1.

1, 3, 4. La planète supérieure. — Ce que nous savons être le mouvement propre, en £, est plus lent que le mouvement synodique : aussi ce mouvement propre en M = £ est-il appelé le « mouvement lent », la *mandagati* de la planète supérieure, dont l'inégalité est donnée par le *mandaparidhi*, « cercle (épicycle ou excentrique du mouvement) lent » et l'apogée, *ucca*, de celui-ci est le *mandocca*, « apogée (du mouvement) lent » de la planète supérieure et répond à notre aphélie.

La dimension du mandaparidhi, à dédoubler comme déjà dit (1, 3, 2), répond ici à notre excentricité de l'orbite elliptique e de la planète. Prenons un exemple, pour Mars :

$$\text{k.}(\textit{SūryS})\ (4, 1, 2) : e = \frac{1}{2}\,\frac{70}{360} = 0{,}0972,$$

$$\text{Valeur exacte en 500 A.D. : } e = 0{,}0920.$$

L'autre mouvement, synodique ou de commutation, de la planète supérieure est donc son « mouvement rapide », sa *śīghragati*, qui a pour apogée, *śīghrocca*, « apogée (du mouvement) rapide », soit S, le lieu (moyen) du Soleil ou $£_\odot$:

Dans le cas de la planète supérieure, M = £ et S = $£_\odot$.

La dimension de son *śīghraparidhi*, soit ρ, répond à l'inverse de notre r :

Dans le cas de la planète supérieure, $\rho = \dfrac{1}{r}$.

Par exemple, toujours pour Mars :

$$\text{k.}(\textit{SūryS}) : \frac{1}{\rho} = 1{,}5385,$$

$$\text{Notre r} \simeq a = 1{,}5237.$$

Prenons comme cercle excentrique ce que nous savons être l'orbite propre de la planète supérieure, soit M′ la longitude vraie héliocen-

trique et prenons à l'ancienne le mouvement synodique dans le sens où il croît avec le temps, soit $\pounds_{o} - \pounds = S - M'$, la longitude vraie géocentrique $\pounds$ sera

$$\pounds = M' + \text{ang tang}\left(\frac{\rho \sin(S - M')}{1 + \rho \cos(S - M')}\right).$$

1, 3, 5. La planète inférieure. — Ici notre mouvement propre, en $\pounds$, est plus rapide que le mouvement en $M = \pounds_{o}$, aussi s'appelle-t-il, à l'inverse du cas précédent, la śīghragati de la planète inférieure et le $\pounds$ est ici le śīghrocca, ici $S = \pounds$:

Dans le cas de la planète inférieure, $M = \pounds_{o}$ et $S = \pounds$.

Le mouvement en $M = \pounds_{o}$, qui est par conséquent le « mouvement lent », sa mandagati, a en fait, pour Vénus — le traitement de Mercure est d'un empirisme d'un autre ordre ici encore (1, 3, 3) —, les mandaparidhi et mandocca du Soleil, soit exactement, comme dans le sphuṭīkaraṇa du k.*(SūryS)* (4, 1, 2), ou à peu près, dans les autres écoles (4, 2, 2) (5, 3, 3) : cela revient à une excentricité nulle, ce qui est d'une approximation du même ordre que pour Mars, puisque l'excentricité de Vénus est en effet très faible. Au VI[e] siècle, notre $e = 0{,}0075$.

En ce qui concerne la planète inférieure la dimension du mandaparidhi représente directement notre r :

Dans le cas de la planète inférieure, $\rho = r$.

Par exemple, pour Vénus :

k.*(SūryS)* : $\rho = 0{,}7222$,
Notre r $\simeq a = 0{,}7233$.

Ici c'est $\pounds_{o}$ qui est affecté d'une inégalité et $\pounds$ a ici le rôle de notre longitude vraie héliocentrique M'. Ici c'est $\pounds - \pounds_{o}$ qui croît avec le temps. Or ici, $\pounds - \pounds_{o} = S - M'$. La variable de commutation est comme dans le cas de la planète supérieure en $S - M'$ et l'on a, cherchant cette fois l'élongation et non plus l'angle au centre, la longitude vraie géocentrique

$$\pounds = M' + \text{ang tang}\left(\frac{\rho \sin(S - M')}{1 + \rho \cos(S - M')}\right).$$

C'est-à-dire la même formule que pour la planète supérieure.

1, 3, 6. L'appareil d'ensemble pour les planètes. — Il nous semble que pour être parvenu à cette apparente similitude de traitement, l'astronome ancien s'est en quelque sorte enfermé dans un modèle mathématique qui l'a empêché d'apercevoir un modèle géométrique déjà implicite dans son traitement, sinon dans ses formules et sa nomenclature.

Ce sont les longitudes moyennes $\mathcal{L}$ qui, sous réserve de (2, 1, 12), répondent aux longitudes moyennes L des données modernes (2, 1, 4) et sont à éprouver sur celles-ci (2, 1, 1). Appelée le *madhyama* ou M dans le cas de la planète supérieure, cette longitude moyenne $\mathcal{L}$ est appelée dans le texte indien *śīghrocca* ou S lorsqu'il s'agit de la planète inférieure. Voici le tableau général des correspondances où les deux premières colonnes sont indispensables pour utiliser les formules des divers systèmes de sphuṭīkaraṇa.

	M	S	ρ
Planètes supérieures...........	$\mathcal{L}$	$\mathcal{L}_o$	$1/r$
Planètes inférieures...........	$\mathcal{L}_o$	$\mathcal{L}$	r

Pour rendre compte des deux mouvements des planètes le sphuṭīkaraṇa s'échelonne en trois ou quatre formules successives où l'on reconnaît à l'avant-dernière l'équation du centre (1, 3, 2), du moins en ce qui concerne la planète supérieure, et en dernier la formule de commutation que l'on vient de voir par deux fois, (1, 3, 4) et suivant. Celle-ci apparaît déjà en premier lieu, éventuellement flanquée d'une première équation du centre destinée elle aussi à modifier la longitude de l'apogée (aphélie), comme en témoigne aussi la nomenclature qu'on verra plus loin (4, 1, 3).

A coup sûr l'astronome ancien s'est senti désemparé devant une fonction trigonométrique à deux variables et il était embarrassé plus encore des insuffisances de ses modèles à cercles excentriques[1].

Cette première ou ces deux premières des trois ou quatre formules indiennes témoignent sans doute de retouches, d'artifices mathématiques visant à amender un modèle qui, nous semble-t-il, tendait vers cette forme, d'expression très simple aujourd'hui, avec le vecteur

$$\vec{R} = \cos \mathcal{L} + 2e \cos \varpi' + \frac{1}{r} \cos \mathcal{L}_o + i \left(\sin \mathcal{L} + 2e \sin \varpi' + \frac{1}{r} \sin \mathcal{L}_o\right),$$

on a

$$\text{tang}\, \mathcal{L} = \frac{\sin \mathcal{L} + 2e \sin \varpi' + \frac{1}{r} \sin \mathcal{L}_o}{\cos \mathcal{L} + 2e \cos \varpi' + \frac{1}{r} \cos \mathcal{L}_o}.$$

Mais les insuffisances du cercle excentrique pour approcher le mouvement elliptique se montrent à plein dans le cas des planètes.

(1) Bina CHATTERJEE, *Geometrical interpretation of the motion of the sun, moon and the five planets as found in the Mathematical Syntaxis of Ptolemy and in the Hindu astronomical works*, J. of Royal Asiatic Soc. of Bengal, Science, XV, 1949, No. 2, pp. 41-89; Otto NEUGEBAUER, *The transmission of planetary theories in ancient and medieval astronomy*, New York, Yeshiva University (1956), *Scripta mathematica*, 30 p.

Si le cercle excentrique rend passablement compte des variations angulaires, il malmène considérablement les rayons vecteurs. Cela était tolérable dans le problème où la Terre occupe un des foyers de l'orbite propre ou apparente, dans le cas du Soleil et de la Lune et lorsqu'il ne s'agissait pas de parallaxe[1]. Mais chez les planètes, vu sous tous les angles possibles, le rayon vecteur du cercle excentrique révélait toute sa grossièreté.

Les excentricités ou 2e et ρ variables qu'on verra apparaître à partir du k.*ĀryBh* relèvent d'une autre tentative improvisée pour assouplir ce rayon vecteur qui malmenait surtout, vers la quadrature et le maximum d'élongation respectivement, les deux planètes les plus proches de la Terre, Mars et Vénus, et surtout Mars, en raison de sa forte excentricité.

1, 3, 7. Les éléments anciens et les modernes. — A travers modèles, difficultés et artifices, l'expérience a guidé les anciens astronomes vers les éléments que nous connaissons maintenant, comme en témoignent les valeurs qu'ils donnent ou se trouvent donner à ces éléments dont ils ont d'ailleurs plus ou moins aperçu la nature.

Pour bien montrer cela il vaut la peine d'en donner un exemple complet, celui du k.*(SūryS)* (4, 1, 2), avec les valeurs exactes en son temps, au début du VI[e] siècle. Nous pouvons comparer les longitudes de périhélies au VI[e] s., car l'origine de nos L et celle de ses £ coïncidaient à très peu près, environ 0°,2, à cette époque, figure 3. On verra en même temps, en e et ϖ, ce qui est à part pour Mercure et Vénus et ne donne pas lieu à cette comparaison, pour les raisons déjà évoquées (1, 3, 5).

e	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
k.*(SūryS)* ...	(0,0389)	(0,0194)	0,0972	0,0444	0,0833
En 500......	0,2053	0,0075	0,0920	0,0459	0,0606
En 1900.....	0,2056	0,0068	0,0933	0,0483	0,0559

r	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
k.*(SūryS)* ...	0,3667	0,7222	1,5385	5	9
Notre a	0,3871	0,7233	1,5237	5,2026	9,5547

ϖ	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
k.*(SūryS)* ...	(40°)	(260°)	290°	340°	60°
En 500......	54°,18	110°,26	308°,48	350°,40	63°,83

(1) Voir O. NEUGEBAUER, *The ex. sc...*, 2[e] éd., p. 195 sq.

Mentionnons qu'au général et au contraire de ce qui se répète dans les livres, ce système dit de Ptolémée est, dans les faits au moins, déjà sorti du géocentrisme et à mi-chemin du système de Tycho Brahé : les centres des orbites ne sont pas encore centrées sur le Soleil, mais ils se trouvent déjà, alignés, sur la demi-droite Terre-Soleil.

1, 3, 8. Les catalogues d'étoiles. — Dans tous les textes que nous avons pu voir le catalogue d'étoiles est toujours très limité, une trentaine d'étoiles au plus. Il est à remarquer que l'*Āryabhaṭīya* (4, 3, 6) en est complètement dépourvu.

Ce sont essentiellement les déterminatrices des astérismes des nakṣatra[1] (1, 1, 1). Les positions sont données dans un système qui se trouve déjà chez Hipparque[2] et auquel on a donné la dénomination de coordonnées *polaires :* cette latitude polaire est comptée de l'écliptique, mais sur le cercle de déclinaison et la longitude polaire est la longitude de son intersection avec le cercle de l'écliptique.

Nous n'avons pas abordé ce problème des étoiles. Il pourra être repris et développé plus efficacement en une étude d'ensemble après la mise en ordre que nous proposons ici. Il en est de même, pensons-nous aussi, de l'étude des chapitres où le texte indien traite des moyens et instruments d'observation.

Même parmi ceux qui connaissaient bien le texte astronomique sanskrit, des indianistes ont souvent entrepris de dater des textes ou des auteurs en éprouvant des coordonnées d'étoiles et même d'une seule étoile sur les longitudes tropiques des catalogues modernes, *mutatis mutandis* croyaient-ils. Hormis les premiers canons des VIe et VIIe siècles, c'est un non-sens caractérisé, puisque depuis cette époque ces longitudes sont restées comme les autres de définition sidérale (2, 1, 12) et ce faisant on ferait remonter le texte le plus tardif alentour du VIe s., la marge aléatoire étant de surcroît très importante, surtout à ne prendre qu'une étoile.

Pour mener à bien des études de catalogues d'étoiles et non pas répéter ces tentatives ineptes, il faudra bien entendu ne plus perdre de vue la nature des longitudes indiennes et traiter la totalité des étoiles d'un catalogue en tenant compte de la situation de l'équinoxe du canon que professe le texte.

(1) Voir l'étude fondamentale de Whitney *in* [W. D. WHITNEY et] E. BURGESS, *Translation of the Sûrya-Siddhânta*, J. American Or. Soc., VI, 1860.

(2) O. NEUGEBAUER, *The ex. sc...*, 2e éd., p. 185 et 186.

CHAPITRE II

EXPOSÉ DE MÉTHODE

2, 1. — L'ÉPREUVE DU CANON ANCIEN

2, 1, 1. L'épreuve de l'élément ancien. — L'élément ancien qu'il est utile d'éprouver sur son équivalent moderne est la longitude moyenne $\mathfrak{L}$ dont on a vu (1, 3, 6) la situation dans la nomenclature ancienne du canon indien.

Quelle que soit la construction géométrique ancienne et hormis le problème de l'origine des longitudes indiennes (2, 1, 12), $\mathfrak{L}$ tend nécessairement vers la longitude moyenne L de la connaissance moderne. S'il en était besoin, le présent travail serait la démonstration *a posteriori* de cette proposition liminaire.

La donnée ancienne est toujours de la forme linéaire, soit au temps t,

$$\mathfrak{L}(t) = \mathfrak{L}_0 + ct.$$

Son épreuve consiste à mesurer l'écart X, fonction du temps, des $\mathfrak{L}$ et L d'une même planète ou élément k, $\mathfrak{L}(t)$ étant rapportée à l'origine des temps de L(t) (2, 1, 4) :

$$X_k(t) = \mathfrak{L}_k(t) - \mathrm{L}_k(t).$$

Dans l'épreuve d'un canon nous disposons de plusieurs éléments moyens à éprouver (2, 1, 2), soit n écarts qui sont autant de fonctions simultanées du temps, $k = 1, 2, ..., n$,

$$\begin{aligned} X_1(t) &= \mathfrak{L}_1(t) - \mathrm{L}_1(t), \\ X_2(t) &= \mathfrak{L}_2(t) - \mathrm{L}_2(t), \\ &\dots \\ X_n(t) &= \mathfrak{L}_n(t) - \mathrm{L}_n(t). \end{aligned}$$

2, 1, 2. Éléments utilisables. — Les anciens éléments astronomiques susceptibles d'être traités ainsi pour leur signification statistique sont évidemment ceux qui correspondent dans la connaissance moderne aux éléments moyens de mouvements les plus importants

et leur sont immédiatement comparables[1]. C'est-à-dire les longitudes moyennes proprement dites, les L des Soleil, Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne, ainsi que deux autres éléments de la Lune, son ϖ ou périgée[2] et son θ ou nœud[3] (2, 1, 4), comptant dorénavant ces deux éléments parmi les £ et L du paragraphe précédent.

Pour diverses raisons qu'on verra plus loin (2, 1, 12) (2, 2, 7) nous aurons à considérer aussi l'évolution du point où l'astronome ancien situe l'équinoxe de printemps et que nous désignerons par le signe γ.

Ainsi pourrait-on disposer au plus (2, 1, 13) de dix fonctions du temps susceptibles de fournir à l'étude statistique du canon à yuga (2, 3), $n \leqq 10$.

2, 1, 3. Signes conventionnels et protocole de notation. — Les astronomes indiens s'étant résolus à reconnaître la précession sans pour autant abandonner le système des longitudes sidérales des VIe et VIIe siècles (2, 1, 12), on aura à noter cette origine des longitudes indiennes dans les graphiques, soit ø, lorsqu'ensuite, au su de l'astronome indien, ce point ne se confond plus avec l'équinoxe vernal γ.

On comprendra (2, 1, 9) que dès l'instant qu'elle apparaît sous ce signe ø cette fonction n'a *ipso facto* aucune signification statistique pour le canon à l'étude, puisqu'elle relève plus ou moins directement du canon primitif de l'école dont il se réclame et qui remonte nécessairement au VIe ou VIIe siècle.

Les périhélies (ϖ) et nœuds (θ) des planètes n'entrant pas en jeu dans cette épreuve statistique des éléments anciens, il est entendu une fois pour toutes que dans les graphiques les ϖ et θ désignent toujours, bien évidemment, les deux éléments de la Lune.

Voici pour plus de clarté le total des signes utilisés dans les graphiques, en rappelant les signes conventionnels pour le Soleil, la Lune et les cinq planètes[4] :

(1) Les autres éléments sont, pour l'astronomie moderne, de mouvements extrêmement lents. En outre et surtout, comme on l'a vu (1, 3, 7), ces autres éléments anciens ne sont que plus ou moins grossièrement comparables aux éléments modernes, comme par exemple, au tableau des périhélies, pour Mars, Jupiter et Saturne, ou pas du tout, pour Vénus.

(2) Rappelons que le périgée (le périhélie) est la longitude du point de l'orbite le plus proche de la Terre (ou du Soleil). Le point le plus éloigné ou apogée (aphélie) est exactement à l'opposite du premier. La droite déterminée par ces deux points ou apsides est appelée ligne des apsides de la Lune (de la planète) et l'écart ou erreur qui porte sur une apside est évidemment identique à celle de l'autre. Le symbole ϖ est une ancienne variante de π — encore en usage au commencement du XIXe s. dans l'édition des textes grecs — consacrée par les astronomes à la notation du périgée de la Lune et des périhélies des planètes.

(3) Implicitement le nœud ascendant ou longitude du point d'intersection de l'orbite lunaire et du plan de l'écliptique où la Lune passe de latitude sud en latitude nord. Le nœud descendant est pareillement à l'opposite de celui-là, ce qui amène la même remarque que dans la note précédente.

(4) Mentionnons que ces signes, utilisés ici en raison de leur commodité dans les graphiques, étaient inconnus en Inde et rappelons qu'en Occident, au témoignage *e silentio* des papyri, ils ne remontent pas au delà des manuscrits de l'époque byzantine, O. NEUGEBAUER et H. B. VAN HOESEN, *Greek horoscopes*, p. 1, 163.

ø Origine des longitudes,

fonction dépourvue de valeur statistique pour le canon considéré, au contraire des fonctions portant les signes suivants :

Nos 1 ♈ Équinoxe de printemps,
2 ☉ Soleil,
3 ☾ Lune,
4 ϖ Apside (inférieure) de la Lune,
5 θ Nœud (ascendant) de la Lune,
6 ☿ Mercure,
7 ♀ Vénus,
8 ♂ Mars,
9 ♃ Jupiter,
10 ♄ Saturne.

L'astronome ancien, tant le grec que l'indien, considérant toujours l'apogée de la Lune (1, 3, 2) et, à son insu, l'aphélie des planètes (1, 3, 4), nous noterons ϖ' cet apogée ou aphélie lorsqu'on aura besoin de distinguer de l'apside inférieure. Étant entendu que ce n'est pas le cas dans les graphiques.

Pour énumérer les éléments pris en compte dans une étude statistique d'un canon à yuga, au lieu des signes portés sur les graphiques, on utilisera dans le texte la convention suivante, plus expéditive ici : selon que tel élément est ou n'est pas pris en compte dans un essai statistique, un 1 ou un 0 figure entre les parenthèses à l'emplacement qui revient à chacun des dix éléments dans l'ordre des numéros ci-dessus. Ainsi

k.*(SūryS)* (01011 01101) : 508,9 ±3,5 2',4

signifie que dans cette épreuve du canon k.*(SūryS)* ces paramètres $\tau_0 \pm\sigma_\tau$ et σ' (2, 3, 7) déjà évoqués (1, 2, 11), résultent de la mise en œuvre des seuls éléments du Soleil, de l'apside et du nœud de la Lune, de Vénus, de Mars et de Saturne.

Comme déjà mentionné (1, 2, 12) les dix éléments se répartissent en deux sous-ensembles, celui des éclipses, les cinq premiers de cette série, et celui des planètes, les cinq derniers ajoutés du second et éventuellement du premier, le cas de Mercure étant toujours particulier (2, 1, 13).

2, 1, 4. Les éléments de l'astronomie moderne. — Les prodigieux moyens d'exploration mis en œuvre ces dernières années, surtout les sondes spatiales, ont commencé d'apporter aux astronomes une amélioration non moins prodigieuse de certaines constantes fondamentales. Mais la complexité des problèmes théoriques et pratiques les obligent à n'envisager que très progressivement la future révision générale de ces constantes[1]. Les éléments dont nous avons besoin ici

(1) J. Kovalevsky, *Le nouveau système de constantes astronomiques*, notice B de l'Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1966.

n'ayant pas encore bénéficié de ces progrès, nous les prenons parmi ceux qu'utilisent encore les grandes éphémérides nationales, comme la *Connaissance des temps* et l'*Astronomical Ephemeris*.

De toutes façons, maintenant qu'ils sont corrigés des effets de la non-uniformité du temps terrestre et compte tenu de l'ordre de précision des données anciennes, nous pouvons très certainement considérer que ces éléments actuels représentent déjà très finement la réalité astronomique du passé où se situent nos problèmes[1].

Depuis 1920, l'étude des éclipses de l'antiquité et, d'autre part, le dépouillement des observations des passages de Mercure et de Vénus sur le Soleil et la mise en œuvre des garde-temps actuels ont permis de confirmer et mesurer un ralentissement progressif de la rotation terrestre[2]. De sorte que l'unité de temps des éléments établis auparavant a été démontrée trop grande pour le passé qui nous intéresse ici[3].

Soit t le temps universel — non uniforme et qui s'obtient en comparant deux dates — compté en siècles juliens de 36525 jours, à partir de l'époque notée par les astronomes 1900,0 ou 1900 janvier 0 à 12 h T.U., temps universel, ou midi temps civil de Greenwich, ce qui désigne, avec la période julienne ajustée sur le temps moyen de Greenwich,

$$t_0 : 31 \text{ décembre } 1899 \text{ A.D. } 12\text{h T.U.} = 2415020 \text{ P.J.}$$

La nouvelle variable des éléments est le *temps des éphémérides*[4], soit u, s étant la seconde d'heure :

$$u = t + \frac{24^s,349 + 72^s,318\, t + 29^s,950\, t^2}{86400^s \times 36525}.$$

Pour la Lune cette accélération fictive est compensée en partie par un ralentissement séculaire réel, dû à une déformation de l'orbite sous l'influence des marées terrestres. De sorte que la longitude moyenne de Brown[5] est à corriger ainsi[6]

$$\begin{aligned} \text{Brown} : & \ 270^\circ 26' 11'',71 + 1732564406'',06\, u + 7'',14\, u^2 + 0'',0068\, u^3 \\ - & \ \quad\quad\ 8'',72 - \quad\quad\quad\quad 26'',75\, u - 11'',22\, u^2 \\ \text{L} = & \ 270^\circ 26' \ 2'',99 + 1732564379'',31\, u - 4'',08\, u^2 + 0'',0068\, u^3. \end{aligned}$$

(1) Cette proposition est d'ailleurs résolument confirmée globalement *a posteriori* par les convergences parfois très étroites qu'on obtient dans les présentes recherches.

(2) A ce ralentissement séculaire causé par le frottement des marées s'ajoutent des fluctuations irrégulières encore inexpliquées et une variation saisonnière qui ne nous concernent pas ici : elles sont infimes de notre point de vue et d'ailleurs, pour les premières, imprévisibles. A. DANJON, *Astronomie générale*, 2e éd., pp. 113-128.

(3) Par exemple, en calculant la position d'une planète pour un moment se situant vers -100 A.D. on trouvait une position précédent de quelque trois heures le moment visé.

(4) Ce qui fait dire aux astronomes que l'époque des éléments est 1900 janvier 0 à 12 h T.E. ou temps des éphémérides.

(5) Ernest W. BROWN, *Tables of the motion of the moon*, New Haven, Yale University Press, 1919, vol. I, section I, p. 28, où sont pris également les autres éléments de la Lune.

(6) A. DANJON, *Astr. gén.*, 2e éd., p. 123, formule (1), hormis le terme périodique.

Les autres éléments utilisés ici sont ceux de Newcomb pour Mercure, Vénus et la Terre — ou *mutatis mutandis* le Soleil —, les éléments de Newcomb révisés par Ross pour Mars et les éléments de Le Verrier révisés par Gaillot pour Jupiter et Saturne[1]. Par principe les L du Soleil et de la Lune ont été corrigés des aberrations moyennes respectives —20″,50 et —0″,70. Soit en définitive, devant noter L_s en Jupiter et Saturne, car ce ne sont ici que les parties séculaires de leurs longitudes moyennes (2, 1, 5) :

Soleil :

$$L = 279°41'27'',54 + 129602768'',13\,u + 1'',089\,u^2,$$

Lune :

$$L = 270°26'2'',29 + 1732564379'',31\,u - 4'',08\,u^2 + 0'',0068\,u^3,$$

$$\varpi = 334°19'46'',40 + 14648522'',52\,u - 37'',17\,u^2 - 0'',045\,u^3,$$

$$\theta = 259°10'59'',79 - 6962911'',23\,u + 7'',48\,u^2 + 0'',008\,u^3,$$

Mercure :

$$L = 178°10'44'',68 + 538106654'',80\,u + 1'',084\,u^2,$$

Vénus :

$$L = 342°46'1'',39 + 210669162'',88\,u + 1'',1148\,u^2,$$

Mars :

$$L = 293°44'51'',46 + 68910117'',33\,u + 1'',1184\,u^2,$$

Jupiter :

$$L_s = 238°2'57'',32 + 10930687'',148\,u + 1'',20486\,u^2 - 0'',005936\,u^3,$$

Saturne :

$$L_s = 266°33'51'',76 + 4404635'',5810\,u + 1'',16835\,u^2 - 0'',0021\,u^3.$$

2, 1, 5. Les éléments modernes de Jupiter et Saturne. — En raison de leurs masses importantes, de la proximité de leurs orbites et de la presque-commensurabilité de leurs révolutions, les longitudes moyennes L_s de Jupiter et de Saturne, au contraire des autres planètes, subissent de très importantes perturbations périodiques.

A la partie séculaire L_s s'ajoutent deux ensembles de perturbations périodiques :

1° L'ensemble de deux inégalités à très longues périodes :

a) Ce qu'on appelle leur *grande inégalité*, soit δL_v. Signalée par Képler en 1625, mal interprétée longtemps comme une accélération séculaire de Jupiter et une décélération séculaire de Saturne, jusqu'à ce que Laplace en fît connaître la vraie nature et en donnât la théorie en 1784. La période de la grande inégalité est de l'ordre de 900 ans et affecte les L_s de quelque 20′ pour Jupiter et 50′ pour Saturne;

b) Une petite inégalité, soit δL_w, d'une période d'environ 1500 ans;

Soit, pour chacune des deux planètes, une première forme de longitude moyenne, soit L :

$$L = L_s + \delta L_v + \delta L_w.$$

(1) Id., *ibid.*, p. 430, où, toutefois, pour le dernier terme de Saturne il faut lire 0″,0021 au lieu de 0″,021.

A prendre dans les graphiques d'écarts l'un de ceux en écarts des longitudes, on peut voir la longitude moyenne L se traduire par cette grande sinusoïde de Jupiter et de Saturne qui, dans le graphique des écarts synodiques, est la moyenne sur laquelle s'ordonnent les autres perturbations périodiques suivantes, plus petites et à courtes périodes.

2° L'ensemble de ces autres termes périodiques, soit δL_p, qui fournit cette autre sinusoïde chevauchant L de façon très irrégulière, sur une période de l'ordre de 18 ans. L'amplitude est de même plus importante en Saturne, la masse de cette planète étant notablement inférieure à celle de Jupiter.

On a ici une seconde forme de longitude moyenne, soit L' :

$$L' = L_s + \delta L_v + \delta L_w + \delta L_p = L + \delta L_p.$$

Avec la possibilité de confier l'exécution des calculs et des graphiques à la calculatrice électronique, nous avons voulu montrer ces L' sur les graphiques où les écarts sont le plus lisibles. Mais nous pensons devoir nous en tenir aux L dans la recherche statistique.

En effet, bien que d'amplitude non négligeable en Saturne, même à l'échelle de grandeur de nos problèmes, et bien qu'ils puissent être utiles peut-être à d'autres recherches de détail, nous estimons que les δL_p non seulement compliqueraient beaucoup la statistique qui nous intéresse ici, mais encore, semble-t-il, inutilement, en raison de leurs périodes trop courtes pour les circonstances qui ont présidé à l'élaboration du canon à yuga. C'est ainsi que dans la statistique notamment, nous utiliserons toujours et seulement les L de Jupiter et de Saturne et l'usage étendu de ces statistiques nous paraît confirmer suffisamment notre propos[1].

2, 1, 6. Perturbations de la longitude moyenne de Jupiter. — Rappelons les données de Gaillot pour Jupiter[2]. Le temps t est compté en années juliennes de 365,25 jours, mais à partir de

t_0 : 1er janvier 1850 A.D. à 12h ou midi, temps civil de Paris,

ainsi que $$\upsilon = \frac{\text{A.D.} - 1850}{500} = 0{,}002\, t.$$

Les arguments des perturbations étant

$$\begin{aligned} \text{Jupiter} : l^{iv} &= 160° \, 1'21'',01 + 109256'',621\, t, \\ \text{Saturne} : l^{v} &= 14°51'34'',37 + 43996'',100\, t, \\ \text{Uranus} : l^{vi} &= 29°17'\, 0'',08 + 15424'',838\, t. \end{aligned}$$

(1) Rappelons que Gaillot a arrêté tous ces éléments en vue d'un emploi limité à 500 ans autour de 1850 A.D. De toute manière nous ne pouvons faire mieux que de les mettre en œuvre tels quels et au demeurant ils satisfont sans doute très largement aux besoins de notre problème.

(2) A. Gaillot, *Addition à la théorie du mouvement de Jupiter de Le Verrier, tables rectifiées du mouvement de Jupiter*, Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires, t. XXXI, Paris, 1913, pp. VII, 111-113, 137. Les nombreux termes de δL_p occupent les pages 113-117.

Avec $V = 5\,l^{v} - 2\,l^{iv}$ et $W = 2\,l^{iv} - 6\,l^{v} + 3\,l^{vi}$,

on a
$$\begin{aligned}
\delta L_V = {} & (+1192'',91 - 37'',01\,\upsilon - 16'',89\,\upsilon^2)\sin V \\
& + (+\ 11'',62 - 231'',97\,\upsilon + 7'',47\,\upsilon^2)\cos V \\
& + (-\ 11'',10 - 0'',99\,\upsilon + 1'',76\,\upsilon^2)\sin 2V \\
& + (-\ 0'',47 + 5'',12\,\upsilon - 0'',17\,\upsilon^2)\cos 2V
\end{aligned}$$

et
$$\begin{aligned}
\delta L_W = {} & (+\ 8'',90 - 0'',64\,\upsilon - 0'',04\,\upsilon^2)\sin W \\
& + (+\ 0'',49 + 0'',93\,\upsilon + 0'',06\,\upsilon^2)\cos W.
\end{aligned}$$

2, 1, 7. Perturbations de la longitude moyenne de Saturne. — Avec les mêmes l et υ, les arguments des perturbations de la longitude moyenne de Saturne[1] sont ici

$$\begin{aligned}
\text{Jupiter} : l^{iv} &= 160^o\,1'10'',26 + 109256'',634\,t, \\
\text{Saturne} : l^{v} &= 14^o51'34'',37 + 43996'',100\,t, \\
\text{Uranus} : l^{vi} &= 29^o17'50'',91 + 15424'',868\,t.
\end{aligned}$$

Avec, pareillement, $V = 5\,l^{v} - 2\,l^{iv}$ et $W = 2\,l^{iv} - 6\,l^{v} + 3\,l^{vi}$,

on a $\delta L_V =$
$$\begin{aligned}
& (-2931'',05 + 65'',34\,\upsilon + 60'',17\,\upsilon^2 - 2'',32\,\upsilon^3)\sin V \\
& + (-\ 37'',79 + 579'',26\,\upsilon - 14'',76\,\upsilon^2 - 3'',16\,\upsilon^3)\cos V \\
& + (+\ 27'',29 - 1'',21\,\upsilon - 2'',24\,\upsilon^2 + 0'',19\,\upsilon^3)\sin 2V \\
& + (+\ 0'',75 - 10'',01\,\upsilon + 0'',77\,\upsilon^2 + 0'',14\,\upsilon^3)\cos 2V \\
& -\ 0'',27 \sin 3V - 0'',04 \cos 3V
\end{aligned}$$

et $\delta L_W =$
$$\begin{aligned}
& (-\ 28'',75 + 2'',19\,\upsilon + 0'',08\,\upsilon^2)\sin W \\
& + (-\ 1'',85 - 3'',20\,\upsilon + 0'',20\,\upsilon^2)\cos W.
\end{aligned}$$

2, 1, 8. Écarts des longitudes. — Pour chaque canon on trouvera deux formes de graphiques d'écarts, la première est le graphique des écarts des longitudes ou X définis en (2, 1, 1).

Sur ce graphique comme sur l'autre les écarts sont toujours déployés sur le même laps de temps, de —500 à 1900 A.D., pour plus de clarté et afin de bien montrer l'évolution des canons indiens sur plus d'un millénaire.

Il arrive qu'un écart n'apparaisse pas du tout, surtout dans la seconde forme de graphique d'écarts qu'on va voir ensuite. C'est celui de Mercure et c'est qu'alors, pour les raisons qu'on verra en (2, 1, 13), cet écart, tout au long des vingt-quatre siècles, se situe complètement hors du champ du graphique.

2, 1, 9. Écarts des synodies. — Les éléments modernes donnant la longitude tropique et les éléments indiens se fondant sur une longitude sidérale (2, 1, 12), dans le canon indien et même, pour une autre

(1) Id., *Addition..., tables rectifiées... de Saturne*, Ann. ..., Mém., t. XXIV, Paris, 1904, p. VIII, 162, 177, 182 sq., 219 sq. et, pour les termes de δL_p, pp. 183-190.

raison, dans le canon ancien, non indien, qui vise à donner la longitude tropique (2, 2, 7), les fonctions des écarts des longitudes ne se répartissent pas de part et d'autre de l'axe d'ordonnée du graphique de la première forme.

Il est loisible et utile d'examiner ces écarts sous une autre forme, non arbitraire d'ailleurs, le graphique de la deuxième forme. Au lieu des écarts portant sur les longitudes il suffit de considérer ceux qui portent sur les angles synodiques ou, autrement dit, de redresser le premier graphique sur sa ligne d'écart de la longitude moyenne du Soleil. Et l'on peut voir, à prendre n'importe lequel de ces graphiques d'écarts synodiques que cette disposition n'est pas du tout arbitraire : le lieu moyen du Soleil apparaît bien partout comme l'axe de symétrie des écarts et, secondé par la spéculation dans le canon à yuga, le hasard distribue bien les écarts de part et d'autre de ce nouvel axe d'ordonnée et l'on peut choisir ici une autre échelle des abscisses pour améliorer encore la lisibilité.

Soit $X_{\odot}$ l'écart portant sur la longitude moyenne du Soleil, on a, avec (2, 1, 1),

$$X_{\odot}(t) = \mathcal{L}_{\odot}(t) - \mathrm{L}_{\odot}(t)$$

et l'écart synodique X' résultant de tel autre élément sera

$$\begin{aligned} X'(t) = X(t) - X_{\odot}(t) &= \mathcal{L}(t) - \mathrm{L}(t) - [\mathcal{L}_{\odot}(t) - \mathrm{L}_{\odot}(t)], \\ &= \mathcal{L}(t) - \mathcal{L}_{\odot}(t) - [\mathrm{L}(t) - \mathrm{L}_{\odot}(t)]. \end{aligned}$$

A cette occasion on remarquera que l'écart en γ peut avoir valeur statistique pour le canon à l'étude, alors que l'écart en $\varnothing$ qui apparaîtra dans cette seconde forme de graphique n'en peut avoir aucune (2, 1, 3). Voir par exemple pour le k.*BrSphS*$_2$, figure 30 : l'écart en $\varnothing$ procède de son lointain modèle, le k.*BrSphS* de la figure 10.

2, 1, 10. L'échelle des temps A.D. — Pour leur épreuve sur les éléments modernes les données anciennes sont aisément rapportées au t_0 de (2, 1, 4). Les fonctions des écarts et les estimations statistiques sont établies sur une échelle de temps A.D. dont il faut dire le détail, même s'il n'est que purement théorique dans nos problèmes.

Puisqu'on remonte le temps en années et siècles juliens, il faut voir la valeur en calendrier julien du t_0 donné (2, 1, 4) en calendrier actuel ou grégorien :

t_0 : { 31 décembre 1899 A.D. grégorien / 19 décembre 1899 A.D. julien } 12h T.U.

Ainsi, au rythme des années bissextiles et du calendrier julien, les entiers en A.D. répondent strictement à la séquence suivante :

—500 A.D. = 1538420 PJ = 19 déc. —501 A.D. julien 12h T.U.,
—499 A.D. = 1538785,25 PJ = 18 déc. —500 A.D. julien 18h T.U.,
—498 A.D. = 1539150,5 PJ = 19 déc. —499 A.D. julien 0h T.U.,

—497 A.D.	=	1539515,75	PJ	=	19 déc.	—498 A.D. julien	6h	T.U.,
—496 A.D.	=	1539881	PJ	=	19 déc.	—497 A.D. julien	12h	T.U.,
. . .								
510 A.D.	=	1907322,5	PJ	=	19 déc.	509 A.D. julien	0h	T.U.,
511 A.D.	=	1907687,75	PJ	=	19 déc.	510 A.D. julien	6h	T.U.,
512 A.D.	=	1908053	PJ	=	19 déc.	511 A.D. julien	12h	T.U.,
513 A.D.	=	1908418,25	PJ	=	18 déc.	512 A.D. julien	18h	T.U.,
514 A.D.	=	1908783,5	PJ	=	19 déc.	513 A.D. julien	0h	T.U.

2, 1, 11. Le premier méridien de l'astronomie indienne. — Le premier méridien des éléments indiens est toujours et nommément celui de la ville d'Ujjayinī, moderne Ujjain, à l'extrême ouest de l'État actuel de Madhyapradesh, fait assez significatif quant aux origines de l'astronomie savante en Inde (1, 1, 3).

En nous fondant sur le Trigonometrical Survey[1] plaçant cette ville à 4°28′45″ ouest de l'observatoire de Madras et, d'autre part, sur une meilleure détermination de celui-ci par rapport au méridien de Greenwich, soit 80°14′47″ est de Greenwich[2], nous avons adopté pour le premier méridien indien[3] la valeur en partie conventionnelle de 75°46′2″ est de Greenwich ou —0,2104645 jour.

Ainsi, dans les deux échelles de temps Kaliyuga (1, 2, 9), l'époque ou t_0 des éléments modernes (2, 1, 4) se situe

$$\text{à} \begin{cases} 1826554{,}7104645 \text{ KYārdh}, \\ 1826554{,}4604645 \text{ KYaud}. \end{cases}$$

2, 1, 12. La longitude indienne. — Il suffit de prendre n'importe quel couple de graphiques de canon indien, spéculatif ou non, et cela vient à plein dans le graphique des écarts des longitudes, pour voir aussitôt que la longitude indienne est ce qu'on peut appeler une longitude sidérale. Longitude, puisque comptée sur l'écliptique, mais à partir d'un point de la sphère sidérale, d'un point supposé fixe par rapport aux étoiles et non pas du point qui définit nos sphère et longitude tropiques, l'équinoxe vernal.

Les auteurs des premiers canons des VIe et VIIe siècles n'ont pas seulement ignoré la précession des équinoxes dans leurs éléments,

(1) Selon R. SEWELL et S. B. DIKSHIT, *The Indian calendar*, Londres, 1896, p. 20, note 2. La latitude est donnée 23°11′10″ nord.

(2) *Connaissance des temps pour* 1950, p. 642.

(3) Au lieu d'Ujjayinī ou d'un synonyme comme Avanti, le texte sanskrit dit souvent *Laṅkā*, qui est le nom de Ceylan. C'est que des auteurs plaçaient peut-être Ceylan sous ce méridien et sous l'équateur, c'est que la géographie, science de documentation, n'a pas eu en Inde le même développement que l'astronomie. Ce n'est pas que ce premier méridien puisse être cherché en un lieu de Ceylan. Cette Laṅkā des astronomes est une convention pour désigner le point où le premier méridien coupe l'équateur et, par exemple, le terme de *laṅkodaya*, « au lever (du soleil) à Laṅkā », exprime notre 6h temps civil d'Ujjayinī et l'on peut montrer qu'il s'agit bien dans leur esprit d'un soleil moyen équinoxial. Voir la citation d'Āryabhaṭa en (4, 3, 7).

ils la récusaient et cette attitude s'explique par les circonstances qui ont présidé à l'élaboration de la spéculation des yuga dans l'astronomie (4, 3, 3).

Lorsque leurs successeurs ont dû se résoudre à reconnaître la précession, ils n'en ont pas moins conservé la définition sidérale de la longitude et pour point origine celui de tel ou tel des canons du VIe ou VIIe siècle. Il suffit de feuilleter la collection de graphiques pour constater qu'il en est resté ainsi jusqu'à nos jours. On peut voir le nœud du faisceau spéculatif s'écarter progressivement de l'axe d'ordonnées du graphique des écarts des longitudes ou, ce qui revient au même, on peut voir comment l'équinoxe se trouve prendre de la longitude indienne.

Ainsi, à partir du début du VIe siècle, *l'astronome indien n'emploie jamais que cette longitude sidérale.* Pour lui l'effet de la précession n'entre en compte que dans la conversion des coordonnées écliptiques en coordonnées équatoriales ou locales, l'équinoxe ayant une longitude non nulle[1].

On notera bien qu'il n'y a là aucune impropriété de principe, mais seulement une affaire de définition, qu'il est nécessaire et suffisant de ne pas oublier[2].

2, 1, 13. L'erreur systématique, l'écart en Mercure. — On verra d'abondance comment la spéculation, au lieu du faisceau d'écarts du canon non spéculatif, déploie une gerbe qui évoque déjà toute la signification statistique de l'étranglement parfois très étroit de l'époque authentique du canon à yuga (1, 2, 11).

Hormis l'écart en Mercure, il arrive qu'une autre fonction d'écart échappe plus ou moins au faisceau ou, ce qui est beaucoup plus net, grâce à la spéculation, passe au large de l'étranglement de la gerbe spéculative. Voir par exemple l'écart en Jupiter dans le k.*(SūryS)* de la figure 3 ou 4.

(1) On trouve déjà cette situation dans l'astronomie babylonienne où, pour avoir utilisé des longitudes sidérales, l'un des systèmes plaçait l'équinoxe vernal à 8°, l'autre à 10° du Bélier. O. NEUGEBAUER, *Astronomical cuneiform texts*, Londres (1955), I, p. 72 ; O. NEUGEBAUER et H. B. VAN HOESEN, *Greek horoscopes*, Philadelphie, 1959, p. 4. Parmi de nombreuses attestations d'auteurs classiques on peut citer Vitruve, *De architectura*, IX, III, 1 : *cum Arietis signum iniit et partem octauam peruagatur perficit aequinoctium uernum*, « Quand une fois entré dans le Bélier, (le soleil) atteint le huitième degré, il produit l'équinoxe de printemps. »

(2) Cela entraîne par contre une démonstration constituant certainement la plus belle pièce qui manquait à un dossier pourtant bien rempli depuis l'antiquité, celui de l'astrologie, A. BOUCHÉ-LECLERCQ, *L'astrologie grecque*, Bruxelles, 1963, pp. 570-593.

Rappelons que depuis le VIe siècle au moins (1, 1, 3) l'astrologie judiciaire est en Inde du même fonds de doctrine que celle qui a sévi et tend toujours à resurgir en Europe : Mars y a pareillement « domicile » en Bélier, Saturne « exaltation » en Balance, etc. Comme le zodiaque indien est sidéral et le zodiaque occidental tropique, les signes du zodiaque de l'astrologue indien et ceux de l'astrologue occidental se sont disjoints depuis le VIe siècle A.D. et le décalage atteint de nos jours 24°. C'est-à-dire que de nos jours les deux astrologues aboutissent à des positions astrologiques et à des diagnostics radicalement différents vingt-quatre fois sur trente, en gros et sans que ni l'un ni l'autre ne manifestent la moindre inquiétude sur le bien-fondé de l'astrologie.

Il s'agit là de l'erreur systématique, assez clairement décelée en général sur les graphiques et qui, bien entendu, entraîne l'élimination de la fonction d'écart pour la recherche statistique.

Le k.*ĀryBh* de la figure 5 ou 6 résulte d'une révision du k.*(SūryS)* par le même astronome (4, 3, 4) : on a bien la preuve qu'il s'agissait d'une erreur systématique, dans la réfection la fonction d'écart de Jupiter passe au rendez-vous général.

Par contre la réfection réduit seulement de moitié la valeur absolue de l'erreur systématique qui était dans le premier canon pour Mercure. Cette fonction d'écart passe encore très au large de la zone de convergence de toutes les autres fonctions. Il en est toujours ainsi pour l'écart de Mercure, au point que parfois cette fonction passe complètement hors du champ des graphiques, au point qu'une exception comme le k.*MahāS* de la figure 43 ou 44 est probablement un cas fortuit. A l'aube de l'astronomie moderne les astronomes se plaignaient encore de cette planète : c'est qu'elle est assez rarement observable, toujours trop près du Soleil, ne s'en écartant jamais que de moins de 28°, donc toujours très bas sur l'horizon, aux crépuscules et souvent cachée par les nuages, subissant un important effet de la réfraction et, de surcroît, relevant d'une excentricité exceptionnelle parmi les planètes anciennement connues (1, 3, 7) et accusant ainsi tous les défauts de la construction géométrique ancienne. C'est ainsi que Ptolémée lui réserve un modèle particulier pour la longitude vraie (2, 2, 4).

Bien entendu le canon composite (1, 2, 12) est un cas tout différent de l'erreur systématique. Résultant de la réfection partielle du canon premier, il présente deux gerbes spéculatives dont la plus récente, celle de la nouvelle zone de convergence, a seule valeur statistique pour rechercher l'époque authentique du canon second et composite. Voir par exemple le cas du k.*KhKhUtt*, figure 12, où seul l'écart en Jupiter représente une erreur systématique.

2, 1, 14. Variance des écarts. — L'évolution des écarts qui se voit sur le graphique du canon à yuga suggère l'hypothèse qu'un tel canon repose sur une série *unique* d'observations astronomiques *toutes contemporaines* et très étroitement groupées autour d'une époque centrale T ou époque authentique du canon (1, 2, 11).

Le cas du canon à yuga composite (1, 2, 12) ne fait pas exception, puisque ce n'est que la superposition de deux sous-ensembles d'éléments, de deux canons partiels relevant de deux époques, mais de fonctions d'écart totalement indépendantes d'un sous-ensemble à l'autre et il est évident que l'époque la plus récente est l'époque T ou authentique du canon composite, en même temps qu'elle réside dans un nombre réduit de fonctions d'écarts.

Dans cette hypothèse la statistique doit pouvoir déceler l'époque authentique du canon à yuga (1, 2, 11) avec une précision à la mesure où la spéculation a altéré les moyens mouvements.

La théorie qui suit (2, 3, 5) ne peut s'appliquer et même n'a de sens que lorsque l'hypothèse sera complètement vérifiée par l'évolution de la variance des écarts considérés, la fonction d'écart manifestement entachée d'une erreur systématique (2, 1, 13) étant bien entendu définitivement exclue.

S'il existe un temps T répondant à l'hypothèse de la contemporanéité des observations de base, à proximité de T les n écarts (2, 1, 1) fonctions du temps, $X_1(t)$, $X_2(t)$, ..., $X_n(t)$, se distribuent nécessairement selon la loi normale ou distribution de Laplace-Gauss. Comme T est *a priori* inconnu et que tout temps t est *a priori* susceptible de répondre à T, on a à examiner une variance fonction de t.

La moyenne des n écarts étant, à t,

$$\bar{X}(t) = \frac{1}{n}[X_1(t)+X_2(t)+\ldots+X_n(t)] = \frac{1}{n}\Sigma X_i(t),$$

et l'écart centré, $k = 1, 2, ..., n$,

$$x_k(t) = X_k(t) - \bar{X}(t),$$

on a la somme des écarts centrés

$$\Sigma x_i^2(t) = x_1^2(t)+x_2^2(t)+\ldots+x_n^2(t)$$

et la variance fonction du temps

$$s^2(t) = \frac{\Sigma x_i^2(t)}{n} = \frac{\Sigma X_i^2(t)}{n} - \left(\frac{\Sigma X_i(t)}{n}\right)^2,$$

$s(t)$ étant l'écart moyen quadratique fonction du temps.

Si, en opérant ainsi sur les X, on veut faire entrer en jeu la fonction d'écart γ, toujours nulle ici, il est nécessaire et suffisant de la compter parmi les n.

Bien entendu, il est équivalent d'opérer sur les X' (2, 1, 9). Dans ce cas c'est la fonction en Soleil qui, toujours nulle, doit être comptée parmi les n si l'on entend la prendre en compte dans la statistique.

Enfin, si l'époque T est unique dans le temps — ce dont nous sommes déjà certains par le graphique du canon à yuga — l'évolution de la variance présentera un minimum unique qui sera l'époque T et justifiera du même coup la recherche de la datation aléatoire du canon à yuga (2, 3, 7).

2, 2. — LE CANON EXEMPT DE SPÉCULATION, figures 1 et 2

Ne serait-ce que pour faire mieux ressortir encore tout le caractère insolite du canon spéculatif indien, son étonnant alliage de réalité et de spéculation, il est bon de voir d'abord l'aspect que prend avec la méthode d'analyse le canon qu'on peut appeler objectif, c'est-à-dire celui qui est complètement exempt de spéculation, les éléments

reposant à la fois, comme il se doit, et sur des observations contemporaines de l'auteur et sur celles de ses devanciers, les plus anciennes étant les plus précieuses pour déterminer les moyens mouvements.

2, 2, 1. Le canon de l'Almageste ou k.ΜαθΣυντ. — Plutôt qu'un des canons indiens non spéculatifs qu'on découvrira chemin faisant, prenons celui qui résulte du plus fameux ouvrage grec, publié vers 144 A.D. par Claude Ptolémée, la Μαθηματικὴ Σύνταξις ou « Composition mathématique (de l'astronomie) », plus connue sous le nom d'*Almageste* hérité des Arabes[1]. De plus il sera bon de voir l'état de la science grecque plusieurs siècles avant l'apparition de l'astronomie savante en Inde.

Afin de procurer également le terme de comparaison pour les sphuṭīkaraṇa, on rappellera par la même occasion l'appareil des longitudes vraies de ce k.ΜαθΣυντ.

2, 2, 2. Ses éléments. — L'époque de ses éléments est

$$t_0 : \left\{ \begin{array}{l} 1^{er} \text{ Thoth 0 Nabonassar} \\ 26 \text{ février } -746 \text{ A.D. julien} \end{array} \right\} \text{12h temps civil d'Alexandrie.}$$

En adoptant pour la longitude d'Alexandrie la valeur en partie conventionnelle de 29°55′ est de Greenwich ou —0,083102 jour, cette époque est antérieure de 966382,083102 jours à l'époque des éléments modernes (2, 1, 4).

Avec t en jours, on a, en degrés et fractions sexagésimales selon la notation de M. Otto Neugebauer[2]

Soleil	:	$\pounds = 330;45^\circ + 0;59,08,17,13,12,31^\circ\, t,$
Lune	:	$\pounds = 41;22^\circ + 13;10,34,58,33,30,30^\circ\, t,$
		$\varpi = 312;33^\circ + 0;06,41,02,15,38,31^\circ\, t,$
		$\theta = 317;07^\circ - 0;03,10,41,15,26,07^\circ\, t,$
Mercure	:	$\pounds = 352;40^\circ + 4;05,32,24,12,48,21^\circ\, t,$
Vénus	:	$\pounds = 41;52^\circ + 1;36,07,43,06,23,59^\circ\, t,$
Mars	:	$\pounds = 3;32^\circ + 0;31,26,36,53,51,33^\circ\, t,$
Jupiter	:	$\pounds = 184;41^\circ + 0;04,59,14,26,46,31^\circ\, t,$
Saturne	:	$\pounds = 296;43^\circ + 0;02,00,33,31,28,51^\circ\, t.$

(1) N'ayant pu travailler sur l'édition de Heiberg, nous nous référerons à l'édition-traduction de Halma, ... *Composition mathématique*..., Paris, 1813, 1817, 2 vol., réimpression fac-similé, Paris, 1927. Éléments moyens en I, p. 166, 205, 210, 223 sq., 264, 272 ; II, p. 123 sq., 209, 241 (dans la traduction lire 3°32′), 267, 292.

(2) *The exact sciences*..., 2e éd., p. 13, note 1. S'il y a fraction le point-virgule marque l'unité dont la nature est éventuellement notée en fin d'énumération des ordres sexagésimaux inférieurs. En bref 1,00° signifie en notation décimale $(1 \times 60) + 0 = 60^\circ$ et le libellé classique du moyen mouvement diurne du Soleil est $0^\circ 59' 8'' 17''' 13^{iv} 12^{v} 31^{vi}$.

ou, avec les moyens mouvements diurnes en sixtes,

$$
\begin{array}{lrl}
\text{Soleil} : & \mathcal{L} = & 330^\circ 45' + 45985799551^{vi}\, t, \\
\text{Lune} : & \mathcal{L} = & 41^\circ 22' + 614757288630^{vi}\, t, \\
 & \varpi = & 312^\circ 33' + 5197448311^{vi}\, t, \\
 & \theta = & 317^\circ\ 7' - 2471311567^{vi}\, t, \\
\text{Mercure} : & \mathcal{L} = & 352^\circ 40' + 190931950101^{vi}\, t, \\
\text{Vénus} : & \mathcal{L} = & 41^\circ 52' + 74749631039^{vi}\, t, \\
\text{Mars} : & \mathcal{L} = & 3^\circ 32' + 24450529893^{vi}\, t, \\
\text{Jupiter} : & \mathcal{L} = & 184^\circ 41' + 3878160391^{vi}\, t, \\
\text{Saturne} : & \mathcal{L} = & 296^\circ 43' + 1562441331^{vi}\, t.
\end{array}
$$

Ce qui est à dire se trouvant déjà mentionné en (1, 3), voici l'ensemble des éléments nécessaires à l'appareil des longitudes vraies de ce canon dans la notation déjà définie au même endroit[1].

<table>
<tr><th>k.ΜαθΣυντ</th><th>ϖ'</th><th>e</th><th>ρ</th><th>r</th></tr>
<tr><td>Soleil . . . .</td><td>65°30′</td><td>0,02083.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Lune. . . . .</td><td>ϖ+180°</td><td>0,04375</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Mercure . . . . .</td><td>181°10′+1° t'</td><td>0,05</td><td colspan="2">0,375</td></tr>
<tr><td>Vénus . . . .</td><td>46°10′+1° t'</td><td>0,02083.</td><td colspan="2">0,7194.</td></tr>
<tr><td>Mars . . . .</td><td>106°40′+1° t'</td><td>0,1</td><td>0,6583.</td><td>1,5190</td></tr>
<tr><td>Jupiter. . . . . .</td><td>152° 9′+1° t'</td><td>0,04583.</td><td>0,1916.</td><td>5,2174</td></tr>
<tr><td>Saturne . . . . .</td><td>224°10′+1° t'</td><td>0,05694.</td><td>0,1083.</td><td>9,2308</td></tr>
<tr><td colspan="5">$t' = t/36500$, 1° t' est le terme de la précession.</td></tr>
</table>

Les procédures, constructions géométriques et tables de Ptolémée[2] correspondent exactement aux formules suivantes, plus expéditives.

2, 2, 3. Longitude vraie du Soleil et de la Lune. — Soit ε l'équation du centre et $\mathcal{L}$ la longitude vraie, on a pour le Soleil

$$\tan \varepsilon = \frac{2e \sin(\mathcal{L} - \varpi')}{1 + 2e \cos(\mathcal{L} - \varpi')}$$

$$\mathcal{L} = \mathcal{L} - \varepsilon.$$

(1) Dans le texte grec, les e et ρ sont exprimés comme le reste en notation sexagésimale. Par exemple, pour le ρ de Mars : 39;30 / 1,00 = 0,6583333..., soit « 0,6583. » dans le tableau. Éd. Halma, II, pp. 127, 133, 139, 145, 151, 180, 192, 198, 201, 209, 235 sq., 241, 261 sq., 267, 285, 287, 292, 309.

(2) Voir les procédures originales et constructions géométriques, O. NEUGEBAUER, *The exact sciences...*, 2e éd., p. 192, fig. 31 (Soleil et, avec équation du centre seule, Lune) ; p. 196, fig. 35 (Lune, théorie générale) ; p. 200, fig. 39 (Mercure) ; p. 199, fig. 38 (autres planètes).

Pour la longitude de la Lune en ne tenant compte que de l'équation du centre, soit $\pounds_1$, on a la même formule que pour le Soleil.

Dans la théorie générale de la Lune qui tend à rendre compte en outre de la variation et de l'évection, on a pour la longitude vraie $\pounds_2$, avec[1]

$$s = \frac{619}{3600} = 0{,}17194..., \quad R = 1, \quad R' = R - s = \frac{2981}{3600} = 0{,}82805...,$$

$$\eta = \pounds - \pounds_\odot,$$

$$a = s \cos 2\eta + \sqrt{R'^2 - s^2 \sin^2 2\eta},$$

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{s \sin 2\eta}{a + s \cos 2\eta}$$

$$\operatorname{tang} \beta = \frac{2e \sin(\pounds - \varpi' + \alpha)}{a + 2e \cos(\pounds - \varpi' + \alpha)}$$

$$\pounds_2 = \pounds - \beta.$$

Ou bien, sitôt après le calcul de a et α,

$$\operatorname{tang} \pounds_2 = \frac{a \sin \pounds + 2e \sin(\varpi' - \alpha)}{a \cos \pounds + 2e \cos(\varpi' - \alpha)}.$$

2, 2, 4. Longitude vraie de Mercure. — On a ou bien,

$$\alpha = \pounds_\odot - \varpi',$$

$$a = e \cos \alpha + 2e \cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{3\alpha}{2} + \sqrt{1 - \left(2e \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{3\alpha}{2}\right)^2}$$

$$\operatorname{tang} \mu = \frac{e}{a} \sin \alpha,$$

$$b = \sqrt{a^2 + e^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\operatorname{tang} \sigma = \frac{\rho \sin(\pounds - \pounds_\odot + \mu)}{b + \rho \cos(\pounds - \pounds_\odot + \mu)}$$

$$\pounds = \pounds_\odot - \mu + \sigma;$$

ou bien,

$$\sin \eta = 2e \cos\left(\frac{\pounds_\odot - \varpi'}{2}\right) \sin\left(\frac{3(\pounds_\odot - \varpi')}{2}\right),$$

$$\operatorname{tang} \pounds = \frac{\rho \sin \pounds + 2e \sin \varpi' + e \sin(2\varpi' - \pounds_\odot) + \sin(\pounds_\odot + \eta)}{\rho \cos \pounds + 2e \cos \varpi' + e \cos(2\varpi' - \pounds_\odot) + \cos(\pounds_\odot + \eta)}.$$

(1) Dans « l'inscription de Canope » Ptolémée adopte, par simple changement d'unité sans différence pratique dans le résultat : $R' = 1$, $s = 748/4348 = 0{,}17203...$ et $e = 190/4348 = 0{,}043698...$ D'après O. NEUGEBAUER, *ibid.*, p. 195, note 1.

2, 2, 5. Longitude vraie des autres planètes. — Avec les correspondances établies en (1, 3, 6), on a le même jeu de formules pour toutes les autres planètes, aussi bien pour Vénus que pour les planètes supérieures. Ainsi, ou bien,

$$a = e \cos(M - \varpi') + \sqrt{1 - e^2 \sin^2(M - \varpi')},$$

$$\operatorname{tang} \mu = \frac{2e}{a} \sin(M - \varpi'),$$

$$b = \sqrt{a^2 + 4e^2 \sin^2(M - \varpi')}$$

$$\operatorname{tang} \sigma = \frac{\rho \sin(S - M + \mu)}{b + \rho \cos(S - M + \mu)},$$

$$\pounds = M - \mu + \sigma;$$

ou bien,

$$\sin \eta = e \sin(M - \varpi'),$$

$$\operatorname{tang} \pounds = \frac{\rho \sin S + e \sin \varpi' + \sin(M - \eta)}{\rho \cos S + e \cos \varpi' + \cos(M - \eta)}.$$

2, 2, 6. Les observations utilisées par Ptolémée. — On sait que Ptolémée utilise un bon nombre d'observations, celles qu'il dit avoir pratiquées lui-même et celles qu'il tire de sa documentation, certaines déjà fort anciennes en son temps.

Des unes et des autres il donne des détails substantiels et, en particulier, en explicite parfaitement les dates et, dans la mesure des moyens de l'époque, les temps. Pour bien montrer en quoi consiste un canon ancien non spéculatif, nous rememorons la liste de la totalité de ces observations, hormis quelques observations d'équinoxe et sauf erreur. Nous avons recherché toutes ces dates à nouveau, indépendamment de toutes publications, en vérifiant les données textuelles par le calcul des positions selon les éléments et l'appareil des longitudes vraies du k.MαθΣυντ, cela étant facilement réalisable maintenant, grâce à la calculatrice électronique.

La date julienne est celle du jour civil d'Alexandrie — c'est-à-dire compté de 0h à 24h ou minuit temps civil d'Alexandrie — où se situe l'observation ou le milieu de l'éclipse de lune selon l'estimation de Ptolémée. Il est à remarquer qu'il ne rapporte d'aucune éclipse de soleil, ancienne ou contemporaine (5, 1, 2, note). Nous mentionnons le jour de la semaine, H étant pour mercredi, bien qu'il n'apparaisse jamais chez Ptolémée, pas même dans son œuvre astrologique. La date est accompagnée du jour KYārdh (1, 2, 9) réduit au jour civil du méridien d'Alexandrie et noté en ordinal (1, 2, 6). Les références vont aux volume et page de l'édition-traduction de Halma.

N°	Halma	A.D. julien	KYärdh Alex.	Observation
1	I, 244	L 19 mars —720	869691e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
2	I, 245	V 8 mars —719	870045e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
3	I, 245	D 1 sept. —719	870222e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
4	I, 340	S 22 avril —620	906250e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
5	I, 341	H 16 juill. —522	942129e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
6	I, 269	L 19 nov. —501	949925e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
7	I, 267	H 25 avril —490	953735e	Éclipse de lune, obs. babylonienne
8	I, 275	M 23 déc. —382	993424e	Écl. de lune, obs. bab. utilisée par Hipparque
9	I, 276	J 18 juin —381	993601e	Écl. de lune, obs. bab. utilisée par Hipparque
10	I, 278	S 12 déc. —381	993778e	Écl. de lune, obs. bab. utilisée par Hipparque
11	II, 26	V 21 déc. —294	1025564e	Obs. de la Lune, de Timocharis, à Alexandrie
12	II, 23	S 9 mars —293	1025642e	Obs. de la Lune, de Timocharis, à Alexandrie
13	II, 21	M 29 janv. —282	1029621e	Obs. de la Lune, de Timocharis, à Alexandrie
14	II, 24	S 9 nov. —282	1029905e	Obs. de la Lune, de Timocharis, à Alexandrie
15	II, 236	V 18 janv. —271	1033628e	Observation de Mars
16	II, 205	S 12 oct. —271	1033895e	Observation de Vénus, de Timocharis
17	II, 205	H 16 oct. —271	1033899e	Observation de Vénus, de Timocharis
18	II, 187	D 15 nov. —264	1036486e	Observation de Mercure
19	II, 187	J 19 nov. —264	1036490e	Observation de Mercure
20	II, 168	D 12 févr. —261	1037305e	Observation de Mercure
21	II, 169	M 25 avril —261	1037377e	Observation de Mercure[1]
22	II, 170	H 23 août —261	1037497e	Obs. de Mercure, utilisée par Hipparque
23	II, 169	D 28 mai —256	1039237e	Observation de Mercure
24	II, 171	L 19 nov. —244	1043795e	Observation de Mercure
25	II, 263	D 4 sept. —240	1045180e	Observation de Jupiter
26	II, 170	V 30 oct. —236	1046697e	Observation de Mercure
27	II, 288	H 1 mars —228	1049376e	Observation de Saturne
28	I, 279	V 22 sept. —200	1059808e	Écl. de lune, utilisée par Hipparque
29	I, 280	M 20 mars —199	1059987e	Écl. de lune, utilisée par Hipparque
30	I, 281	H 12 sept. —199	1060163e	Écl. de lune, utilisée par Hipparque
31	I, 389	S 1 mai —173	1069525e	Écl. de lune obs. à Alexandrie
32	I, 390	M 27 janv. —140	1081484e	Écl. de lune obs. à Rhodes
33	I, 295	S 5 août —127	1086423e	Obs. de la Lune, d'Hipparque, à Rhodes
34	I, 299	H 2 mai —126	1086693e	Obs. de la Lune, d'Hipparque, à Rhodes

(1) Pour ce cas particulier du libellé du calendrier égyptien, voir O. NEUGEBAUER et H. B. VAN HOESEN, *Greek horoscopes*, p. 46, col. 1.

N°	Halma	A.D. julien	KYārdh Alex.	Observation
35	I, 304	S 7 juill. —126	1086759ᵉ	Obs. de la Lune, d'Hipparque, à Rhodes
36	II, 22	J 29 nov. 92	1166529ᵉ	Obs. de la Lune, d'Agrippa, en en Bithynie
37	II, 25	J 11 janv. 98	1168398ᵉ	Obs. de la Lune, de Ménélaüs, à Rome
38	II, 27	D 14 janv. 98	1168401ᵉ	Obs. de la Lune, de Ménélaüs, à Rome
39	I, 267	H 5 avril 125	1178344ᵉ	Éclipse de lune
40	II, 268	M 26 mars 127	1179064ᵉ	Obs. de Saturne, de Ptolémée
41	II, 195	S 12 oct. 127	1179264ᵉ	Obs. de Vénus, de Théon de Smyrne
42	II, 196	J 20 mai 129	1179850ᵉ	Obs. de Vénus, de Théon de Smyrne
43	II, 176	L 4 juill. 130	1180260ᵉ	Obs. de Mercure, de Théon de Smyrne
44	II, 214	J 15 déc. 130	1180424ᵉ	Obs. de Mars, de Ptolémée
45	II, 166	V 2 févr. 132	1180838ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
46	II, 193	V 8 mars 132	1180873ᵉ	Obs. de Vénus, de Théon de Smyrne
47	I, 204	H 25 sept. 132	1181074ᵉ	Obs. d'équinoxe, de Ptolémée
48	I, 254	M 6 mai 133	1181297ᵉ	Écl. de lune, obs. de Ptolémée
49	II, 243	S 17 mai 133	1181308ᵉ	Obs. de Jupiter, de Ptolémée
50	II, 268	M 3 juin 133	1181325ᵉ	Obs. de Saturne, de Ptolémée
51	II, 199	H 18 févr. 134	1181585ᵉ	Obs. de Vénus, de Ptolémée
52	II, 167	J 4 juin 134	1181691ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
53	II, 172	S 3 oct. 134	1181812ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
54	I, 255	M 20 oct. 134	1181829ᵉ	Écl. de lune, obs. de Ptolémée
55	II, 214	D 21 févr. 135	1181953ᵉ	Obs. de Mars, de Ptolémée
56	II, 173	L 5 avril 135	1181996ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
57	I, 332	V 1 oct. 135	1182175ᵉ	Obs. de la Lune, de Ptolémée
58	I, 255	L 6 mars 136	1182332ᵉ	Éclipse de lune, obs. de Ptolémée
59	II, 268	S 8 juill. 136	1182456ᵉ	Obs. de Saturne, de Ptolémée
60	II, 243	J 31 août 136	1182510ᵉ	Obs. de Jupiter, de Ptolémée
61	II, 197	S 18 nov. 136	1182589ᵉ	Obs. de Vénus, de Ptolémée
62	II, 195	L 25 déc. 136	1182626ᵉ	Obs. de Vénus, de Ptolémée
63	II, 243	L 8 oct. 137	1182913ᵉ	Obs. de Jupiter, de Ptolémée
64	II, 167	M 4 juin 138	1183152ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
65	II, 201	L 16 déc. 138	1183347ᵉ	Obs. de Vénus, de Ptolémée
66	II, 284	D 22 déc. 138	1183353ᵉ	Obs. de Saturne, de Ptolémée
67	I, 293	D 9 févr. 139	1183402ᵉ	Obs. de la Lune, de Ptolémée
68	II, 11	D 23 févr. 139	1183416ᵉ	Obs. de la Lune, de Ptolémée
69	II, 183	S 17 mai 139	1183499ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
70	II, 214	M 27 mai 139	1183509ᵉ	Obs. de Mars, de Ptolémée
71	II, 233	V 30 mai 139	1183512ᵉ	Obs. de Mars, de Ptolémée
72	II, 177	S 5 juill. 139	1183548ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée
73	II, 259	V 11 juill. 139	1183554ᵉ	Obs. de Jupiter, de Ptolémée
74	II, 199	H 18 févr. 140	1183776ᵉ	Obs. de Vénus, de Ptolémée
75	II, 194	V 30 juill. 140	1183939ᵉ	Obs. de Vénus, de Ptolémée
76	II, 167	H 2 févr. 141	1184126ᵉ	Obs. de Mercure, de Ptolémée

2, 2, 7. Évolution des écarts. — On peut voir maintenant l'évolution des écarts du k.ΜαθΣυντ, soit, figure 1, les X ou écarts des longitudes (2, 1, 8), soit, figure 2, les X' ou écarts portant sur les angles synodiques ou plus brièvement les écarts synodiques (2, 1, 9).

On constate tout d'abord que sauf trois d'entre eux, sur lesquels nous allons revenir, les écarts s'assemblent en un faisceau à peine resserré alentour de 100 A.D. C'est le propre du canon non spéculatif. Chaque élément étant fondé sur plusieurs observations suffisamment distantes dans le temps — comme on le sait ici d'autre part (2, 2, 6)—, les fonctions d'écarts, sauf erreur systématique, se couchent assez bien sur l'axe d'ordonnée de la figure 2 et tendent vers une homogénéité qui est seulement troublée par les termes en puissances supérieures du temps (2, 1, 4) et les perturbations périodiques de la longitude moyenne de Jupiter et Saturne (2, 1, 5) des données modernes. On peut noter que ces deux écarts rejoignent bien au temps de Ptolémée le faisceau proprement dit.

Sans nous étendre sur une étude qui n'est pas notre objet ici, on peut constater pareillement que si Ptolémée visait à donner des éléments tropiques, il n'y est point parvenu : non seulement le faisceau qui aurait dû se ranger sur la fonction γ s'en écarte considérablement, mais encore on surprend à l'époque de Ptolémée une erreur dépassant le degré. Autrement dit Ptolémée s'est trompé de plus d'un degré dans ses observations de l'équinoxe. Il utilise conjointement une observation d'Hipparque[1] et l'on peut remarquer justement que l'erreur est nulle au temps d'Hipparque, en —125 A.D. exactement.

La valeur de l'année tropique de Ptolémée étant trop mal approchée, les autres éléments approchent très insuffisamment les valeurs tropiques. Il faut bien voir que pour l'astronome ancien la donnée de base, la donnée observable, est la longitude sidérale. La longitude tropique repose sur la détermination de l'équinoxe et celle-ci dépend d'une observation du Soleil assez délicate pour les moyens anciens. Ptolémée n'ayant pas réussi son équinoxe comme Hipparque, il est normal que les fonctions d'écarts soient toutes déportées avec celle du Soleil figure 1.

Pour achever ce rapide examen, on remarquera en plus de cette erreur sur l'équinoxe, deux autres erreurs systématiques, celle de Mercure, comme à l'ordinaire (2, 1, 13), quoique relativement modérée, pour ce cas, au temps de Ptolémée, et enfin l'erreur systématique qu'on surprend en Vénus et qui accuse dans les travaux de Ptolémée, au témoignage du faisceau, une erreur d'un degré environ.

2, 2, 8. Évolution de la variance des écarts. — En éliminant les trois fonctions aussi manifestement entachées d'erreur systématique, il resterait pour une étude statistique du k. ΜαθΣυντ. les sept écarts en Soleil, Lune, ses apside et nœud, Mars, Jupiter et Saturne.

(1) Halma, I, p. 160 sq.

A traiter l'ensemble, $n = 7$, on peut voir figure 49*a* l'évolution de la variance des écarts au cours du temps sous la forme de sa racine carrée ou *s* (2, 1, 14). Cette évolution confirme le fait caractéristique du canon exempt de spéculation et donne la mesure de ce qui était déjà bien évident sur les figures 1 et 2.

En raison du faisceau de ces dernières, si le *s* approche assez de la valeur nulle sur la période où se rangent les observations utilisées (2, 2, 6), c'est de façon très irrégulière et *s* ne croît que très lentement ensuite, comme il ne décroît que très lentement avant. C'est-à-dire que si nous ne connaissions pas l'époque de Ptolémée, ni les époques des observations de ses devanciers, une théorie statistique appropriée et différente de celle de (2, 3) ne permettrait de situer que d'une manière très lâche et sans grand intérêt historique les observations sur lesquelles a été élaboré le canon. Non seulement celui-ci repose sur deux séries d'observations, mais celles que Ptolémée puise dans sa documentation sont très disséminées dans le temps.

Des trois endroits où la dérivée $\frac{ds}{dt}$ s'annule, nous nous trouvons savoir que 112 A.D. a quelque signification, ainsi que, bien plus lâchement encore, —242, alors que 581 en est complètement dépourvu et provient tout fortuitement des sinusoïdes en Jupiter et Saturne.

2, 3. — LE CANON SPÉCULATIF ET SON EXPRESSION STATISTIQUE

2, 3, 1. L'évolution des écarts. — Prenons pour exemple de canon spéculatif l'un des tout premiers qui apparaissent en Inde, le k.*ĀryBh* de l'astronome Āryabhaṭa, né en 475 A.D. (4, 3, 7). Ainsi la figure 5 est à comparer à la figure 1 et la figure 6 à la figure 2, la fonction en Mercure étant mise à part pour les raisons que l'on sait (2, 1, 13) et qui ressortent particulièrement bien ici.

Au lieu du faisceau du canon libre de spéculation les écarts du canon à yuga s'ordonnent en une gerbe considérablement déployée de part et d'autre de la zone d'un étranglement particulièrement frappant ici :

(*a*) — Les moyens mouvements sont extraordinairement éloignés de la réalité. Même à l'échelle d'approximation de l'astronomie ancienne, ils sont extrêmement mauvais;

(*b*) — Les fonctions d'écart démontrent que néanmoins ces moyens mouvements ont très brièvement concouru à répondre de manière très fine à la réalité astronomique peu après 500 A.D., soit du vivant d'Āryabhaṭa. Ces éléments aberrants reposent malgré tout sur de fines réductions d'observations toutes groupées sur un petit laps de temps : le canon spéculatif est fondé sur une série unique d'observations;

(*c*) — C'est en raison de (*a*) que nous pouvons mesurer (*b*) avec une très grande précision, découvrir et mesurer la réalité et la qualité d'observations dont Āryabhaṭa ne dit mot, comme à l'accoutumée dans le texte indien.

Ces yuga contenant malgré tout une réalité inattendue, c'est l'énormité de la spéculation qui procure la méthode de recherche technique et historique et lui donne une puissance tout aussi inattendue.

2, 3, 2. L'évolution de la variance des écarts. — A considérer dans le k.*ĀryBh* tous les écarts disponibles pour la statistique, soit tous sauf Mercure, $n = 9$, on obtient le s de la figure 49*b* qui est à comparer à celui de la figure 49*a* :

— Dans le canon spéculatif la variance s^2 ou l'écart quadratique moyen s a un minimum unique[1]. Ici, à 513 A.D. ou plus précisément (4, 3, 3) 512,8 A.D. Soit pour cet essai de notre exemple une première partie de la leçon statistique, dans la notation convenue (2, 1, 3), l'époque centrale des observations ou τ_0 :

k.*ĀryBh* (11111 01111) : 512,8 A.D.;

— Dans le canon à yuga, en raison de la grossièreté des moyens mouvements, la variance ou l'écart quadratique moyen varie de façon abrupte de part et d'autre de l'époque centrale qui fournit l'axe de symétrie d'une courbe pratiquement très régulière (2, 3, 4). Il est intuitif que grâce à cette évolution spectaculaire la statistique délimitera de manière très fine l'époque centrale ou époque authentique du canon à yuga.

Dans l'exemple s atteint à τ_0 : 512,8 la valeur minima ou s_0 de

$$s_0 = 0{,}05491.$$

Considérant que s atteint plus ou moins fortuitement cette valeur minima, le traitement statistique a pour objet d'évaluer pour l'époque authentique l'éventualité de toute autre valeur de s, soit toute autre valeur de t.

La précision de la datation sera telle qu'il est inutile de considérer une limite supérieure d'intégration en t, comme on pourrait faire par exemple à 1900 A.D. S'il en était besoin, on remarquerait qu'avant τ_0 on se trouve couvrir les temps jusqu'en pleine préhistoire, quelle que soit la validité de l'extrapolation des éléments modernes.

2, 3, 3. Nature du canon spéculatif. — On peut saisir dès à présent sur le seul vu des graphiques, le principal du processus de cette spéculation astronomique.

(1) A rester dans les ordres des chiffres significatifs, bien entendu. Le dixième d'année au moins est significatif dans la détermination de l'époque du minimum s_0 et celui-ci est d'une excellente précision.

La spéculation a été construite à partir d'observations et de travaux astronomiques. Ces observations et travaux s'avèreront tout à fait remarquables pour l'astronomie ancienne (4, 3, 3) : l'astronome a seulement et épouvantablement sollicité les constantes des moyens mouvements pour construire la spéculation.

Si la spéculation est empreinte de fantastique, il n'y a eu ni fantasmagorie, ni supercherie. Il s'agit d'une méprise dont nous mesurons aussi, déjà, l'entière bonne foi (4, 3, 8) et d'une tentative dont nous mesurons déjà le sérieux et le soin (4, 3, 3) : les observations sur lesquelles Āryabhaṭa a fondé spéculation et canons s'avèrent contemporaines de cet astronome, pour le moins.

Il s'agit de ce qu'on peut appeler la malheureuse théorie des yuga. Mais la théorie était aussi audacieuse que malheureuse. Mais il y a surtout que pour le malheur de l'astronomie indienne — et pour le bonheur de notre recherche historique — la théorie des yuga a toujours été reprise et reconduite assidûment dans les éléments astronomiques pendant plus d'un millénaire.

Sans entrer dans la curieuse histoire de l'histoire de l'astronomie indienne il est nécessaire de rappeler quelques-uns des jugements qui ont obnubilé ce domaine de l'indianisme depuis le début du XIXe siècle, au cours et à la suite de vives polémiques le plus souvent dépourvues de sens de part et d'autre.

Au début du siècle dernier le savant indianiste Colebrooke écrivait que les Indiens « have been content with a very inaccurate practice of it (l'astronomie), which, however, was sufficient for the purposes of divination and a festal calendar. Mr. Bentley concludes forgery and imposture where I only infer carelessness and inaccuracy[1] ».

Au milieu du XIXe s. l'astronome Biot concluait : « Au reste toute l'astronomie des brahmes est de pareille étoffe (un plagiat déguisé); et comment auraient-ils pu s'en faire une par eux-mêmes, n'ayant ni instruments, ni observations précises, ni chronologie continue? ... Et moi-même qui parle ici, suis-je plus raisonnable d'avoir perdu tant de temps à les démasquer?[2] ».

En dernier un historien des mathématiques et de l'astronomie indiennes écrivait encore : « the Hindu astronomers were not observers but calculators[3] ».

2, 3, 4. Forme de l'évolution de la variance des écarts. — Malgré la courbure des fonctions d'écarts et malgré même les perturbations périodiques des longitudes de Jupiter et Saturne dans les données modernes (2, 1, 5) — tant la variance des écarts évolue de façon abrupte de part et d'autre du minimum unique dans le canon spéculatif (2, 3, 2) — la courbe de s est pratiquement et doit être

(1) H. T. COLEBROOKE, *Miscellaneous essays*, II, p. 374.

(2) J. B. BIOT, *Étude sur l'astronomie indienne et sur l'astronomie chinoise*, Paris, 1862, p. 145, voir aussi p. 55, 205 et *passim*.

(3) G. R. KAYE, *Hindu astronomy*, Calcutta, 1924, p. 62.

toujours pour le traitement qui va suivre, une branche d'hyperbole équilatère et la variance (2, 1, 14)

$$s^2(t) = \frac{\Sigma x_i^2(t)}{n}$$

une parabole de la forme $\mathrm{a}+\mathrm{b}x^2$.

Ainsi, soit t' le temps compté maintenant en années juliennes à partir de τ_0, on a

$$\frac{\Sigma x_i^2(t')}{n} = \mathrm{a}+\mathrm{b}t'^2.$$

Dans l'exemple pris en (2, 3, 2),

$$\frac{\Sigma x_i^2(t')}{n} = 0{,}003015+0{,}00003243\ t'^2.$$

En prenant $\mathrm{a} = s_0^2$ pour unité de variance, on a

$$\Sigma x_i^2(t') = n(1+\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{a}}t'^2),$$

et enfin, en choisissant une nouvelle unité de temps, propre à chaque étude d'un ensemble de fonctions d'écarts et telle que

$$\tau = \sqrt{\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{a}}}t' = \sqrt{\frac{s^2(t')-s_0^2}{s_0^2}} = \sqrt{\frac{s^2(t')}{s_0^2}-1},$$

τ étant négatif ou positif selon qu'on se trouve avant ou après τ_0, on a

$$\Sigma x_i^2(\tau) = n(1+\tau^2).$$

Dans l'exemple l'unité de τ équivaut à 9,642 ans[1].

2, 3, 5. La statistique des écarts. — Les erreurs des éléments du canon à l'époque des observations se distribuent selon la loi normale ou distribution de Laplace-Gauss. Soit, s'agissant de n écarts, la distribution à n dimensions

$$\frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}}\sigma^n}\,\mathrm{e}^{-\frac{\Sigma x_i^2}{2\sigma^2}}$$

(1) Dans la pratique, une fois vérifiée la forme de la courbe de s, les s_0, τ_0 et la valeur de l'unité de τ sont établis par interpolation des valeurs de s^2 aux trois années qui encadrent l'époque centrale. Soit dans l'exemple les trois valeurs de s^2 à 512, 513 et 514 A.D. Les s_0 et τ_0 ont des valeurs suffisamment fines et s_0 est contrôlé par un calcul direct de s au τ_0 trouvé. Ainsi dans l'exemple :

Minimum trouvé par interpolation avec } τ_0 : 512,840 { s_0 : 0,05491,
Minimum calculé directement sur } { s_0 : 0,05492.

De même, lors de l'application du test (2, 3, 7), grâce à la calculatrice électronique, les valeurs ajustées sont contrôlées par celles du calcul direct sur les fonctions d'écarts sur deux cents ans autour de τ_0.

Voir en fin de (2, 3, 7).

La variance de ces erreurs ou σ^2 est l'une de nos $\frac{\Sigma x_i^2(\tau)}{n}$. Tout en devinant bien, avec le déploiement considérable des écarts avec le temps, que ce σ^2 est, avec nos paramètres, proche de 1, il nous faut mesurer l'éventualité de toutes les valeurs $\sigma^2 = \frac{\Sigma x_i^2(\tau)}{n}$ et considérer la distribution des $n\,(1+\tau^2)$ pour chacune d'elles. On a en définitive une fonction à deux variables, τ et σ, et la densité de probabilité de la distribution de τ et σ est de la forme, C étant la constante,

$$\rho\,(\tau,\,\sigma) = \frac{C}{\sigma^n}\,e^{-\frac{n(1+\tau^2)}{2\sigma^2}}$$

τ et σ variant respectivement de $-\infty$ à $+\infty$ et de 0 à $+\infty$, nous avons, Γ désignant la fonction gamma,

$$\frac{1}{C} = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{0}^{+\infty} \frac{1}{\sigma^n}\,e^{-\frac{n\,(1+\tau^2)}{2\sigma^2}}\,d\tau\,d\sigma = \frac{2^{\frac{n-3}{2}}\,\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}}{n^{\frac{n-1}{2}}}$$

et

$$\rho\,(\tau,\,\sigma) = \frac{n^{\frac{n-1}{2}}}{2^{\frac{n-3}{2}}\,\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}}\,\frac{1}{\sigma^n}\,e^{-\frac{n\,(1+\tau^2)}{2\sigma^2}}$$

$$= \frac{n^{\frac{n-1}{2}}}{2^{\frac{n-4}{2}}\,\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sigma^n}\,\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{n\,(1+\tau^2)}{2\sigma^2}}$$

Le lieu géométrique est la surface de corrélation qui délimite le volume ou masse unité au-dessus du plan défini par les axes des τ et σ, comme on peut le voir figure 50 dans le cas de $n = 8$.

Étant donné l'ordre de grandeur de l'unité de τ, comme on a vu dans l'exemple, 9,642 ans, on peut constater ainsi comment se confirme la promesse des graphiques : la recherche sera non seulement utile, historiquement, mais fine, voire très fine. Et cela, répétons-le encore une fois, grâce à la spéculation dont ont été affublées des données objectives.

2, 3, 6. Estimation de l'écart-type de la datation. — Examinons tout d'abord la fonction de répartition *a priori*, la densité marginale ou *a priori* de τ ou répartition de la masse unité en fonction de τ, B désignant la fonction bêta,

$$f(\tau) = \int_0^{+\infty} \rho(\tau, \sigma)\, d\sigma = \frac{n^{\frac{n-1}{2}}}{2^{\frac{n-3}{2}}\,\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}} \int_0^{+\infty} \frac{1}{\sigma^n}\, e^{-\frac{n(1+\tau^2)}{2\sigma^2}}\, d\sigma,$$

$$= \frac{1}{B\left(\frac{1}{2}, \frac{n-2}{2}\right)} \frac{1}{(1+\tau^2)^{\frac{n-1}{2}}} = \frac{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}} \frac{1}{(1+\tau^2)^{\frac{n-1}{2}}}.$$

Son intégrale

$$F(\tau) = \int_{-\infty}^{\tau} d\tau \int_0^{+\infty} \rho(\tau, \sigma)\, d\sigma = \frac{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\tau} \frac{d\tau}{(1+\tau^2)^{\frac{n-1}{2}}}$$

a un sens pour $n \geqq 3$; $f(\tau)$ étant fonction paire de τ, l'espérance mathématique de τ est nulle,

$$E(\tau) = \frac{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\tau\, d\tau}{(1+\tau^2)^{\frac{n-1}{2}}} = 0,$$

le mode est évidemment à τ_0 et la répartition symétrique par rapport à τ_0.

On peut voir avec $f(\tau)$ pour $n = 8$, figure 51*b*, la courbe en pointillé, que l'intégrale converge assez vite. Avec $n = 8$, on a la probabilité P

$$P(0 < \tau < u) = \frac{15}{16} \int_0^u \frac{d\tau}{(1+\tau^2)^{3,5}}$$

$$= \frac{u}{16}\left[\frac{3}{(1+u^2)^{2,5}} + \frac{4}{(1+u^2)^{1,5}} + \frac{8}{\sqrt{1+u^2}}\right],$$

$$P(\tau > 0,5) = 1 - \left(0,5 + \frac{41}{50\sqrt{5}}\right) \simeq 0,133,$$

$$P(\tau > 1) = 1 - \left(0,5 + \frac{43}{64\sqrt{2}}\right) \simeq 0,0249,$$

$$P(\tau > 2) = 1 - \left(0,5 + \frac{223}{200\sqrt{5}}\right) \simeq 0,00136,$$

$$P(\tau > 3) = 1 - \left(0,5 + \frac{2529}{1600\sqrt{10}}\right) \simeq 0,000162.$$

On aurait déjà ici un test assez puissant pour retrouver l'époque authentique du canon spéculatif, un test indépendant de l'estimation de la variance σ^2.

Mais justement on peut tirer beaucoup mieux du problème. La densité marginale ou *a priori* de σ ou répartition de la masse unité en fonction de σ est

$$g(\sigma) = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho(\tau, \sigma)\, d\tau = \frac{n^{\frac{n-1}{2}}}{2^{\frac{n-3}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma^n} e^{-\frac{n(1+\tau^2)}{2\sigma^2}} d\tau$$

$$= \frac{n^{\frac{n-2}{2}}}{2^{\frac{n-4}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)} \frac{1}{\sigma^{n-1}} e^{-\frac{n}{2\sigma^2}}$$

La densité *a posteriori* de τ ou densité de probabilité conditionnelle de τ lié à σ est

$$\Psi(\tau/\sigma) = \frac{\rho(\tau, \sigma)}{g(\sigma)}$$

$$= \frac{n^{\frac{n-1}{2}}}{2^{\frac{n-3}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)\sqrt{\pi}} \frac{1}{\sigma^n} e^{-\frac{n(1+\tau^2)}{2\sigma^2}} \Bigg/ \frac{n^{\frac{n-2}{2}}}{2^{\frac{n-4}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)} \frac{1}{\sigma^{n-1}} e^{-\frac{n}{2\sigma^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{-\frac{n\tau^2}{2\sigma^2}}.$$

Pour l'estimation de σ, nous revenons à $g(\sigma)$, représentée figure 51*a* pour $n = 8$. L'espérance mathématique de σ est

$$E(\sigma) = \int_0^{+\infty} \sigma\, g(\sigma)\, d\sigma = \frac{n^{\frac{n-2}{2}}}{2^{\frac{n-4}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)} \int_0^{+\infty} \frac{1}{\sigma^{n-2}} e^{-\frac{n}{2\sigma^2}} d\sigma = \sqrt{\frac{n}{2}}\, \frac{\Gamma\left(\frac{n-3}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)},$$

pour $n = 8$, $E(\sigma) = \frac{3}{4}\sqrt{\pi} \simeq 1{,}329$. Mais n étant petit, $E(\sigma)$ n'est pas la valeur centrale intéressante. La valeur la plus probable de σ est celle, soit $\hat{\sigma}$, pour laquelle

$$\frac{1}{g(\sigma)}\frac{dg(\sigma)}{d\sigma} =$$

$$\frac{n^{\frac{n}{2}}}{2^{\frac{n-4}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}\frac{1}{\sigma^{n}}e^{-\frac{n}{2\sigma^2}}\left(\frac{1}{\sigma^2}-\frac{n-1}{n}\right) \Bigg/ \frac{n^{\frac{n-2}{2}}}{2^{\frac{n-4}{2}}\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}\frac{1}{\sigma^{n-1}}e^{-\frac{n}{2\sigma^2}}$$

$$= \frac{n}{\sigma}\left(\frac{1}{\sigma^2}-\frac{n-1}{n}\right) = 0.$$

C'est $\hat{\sigma}^2 = \frac{n}{n-1}$. Avec $n = 8$, $\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{8}{7}} \simeq 1{,}069$.

2, 3, 7. Délimitation de l'époque authentique du canon spéculatif. — Il suffit de porter cette estimation de σ en $\psi\ (\tau/\sigma)$ pour avoir la densité *a posteriori* de τ, c'est-à-dire la fonction de probabilité de l'ensemble de fonctions d'écarts étudié ou fonction de probabilité de l'époque authentique du canon spéculatif :

$$h\ (\tau) = \sqrt{\frac{n-1}{2\pi}}\,e^{-\frac{(n-1)\,\tau^2}{2}},$$

Voir figure 51*b* la courbe en trait continu, dans le cas de $n = 8$. Dans la figure 50 c'est la section du volume par le plan normal aux τ et σ en $\sigma = \hat{\sigma}$. C'est en fin de compte la distribution normale

$$dp = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{z^2}{2}}\,dz \qquad \text{avec } z = \sqrt{n-1}\,\tau.$$

Ainsi, convenant d'adopter l'écart quadratique moyen, on a, avec les a et b de (2, 3, 4),

$$\sigma_\tau = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \text{ unités de } \tau = \frac{1}{\sqrt{n-1}}\sqrt{\frac{a}{b}} \text{ années juliennes.}$$

L'époque des observations sur lesquelles tel ensemble de n éléments a été fondé peut être estimée à

$$\tau_0 \pm \frac{1}{\sqrt{n-1}}\sqrt{\frac{a}{b}} \quad \text{A.D.}$$

Dans l'exemple $\sigma_\tau = 3{,}409$ ans, soit pour l'époque authentique

$$512{,}8 \pm 3{,}4 \text{ A.D., soit de } 509{,}4 \text{ à } 516{,}2 \text{ A.D.}$$

L'erreur quadratique moyenne des longitudes moyennes déduites par l'astronome ancien — mis à part le problème de l'origine des longitudes (2, 1, 12) — peut être estimée en minutes de degré à

$$\sigma' = 60' \sqrt{\frac{n s_0^2}{n-1}} = 60' \sqrt{\frac{n a}{n-1}}$$

Soit dans l'exemple $\sigma' = 3',495$ et au total (2, 1, 3) :

k.*ĀryBh* (11111 01111) : 512,8 ± 3,4 A.D., 3',5.

On trouvera parfois des gaussiennes où l'ajustement de l'hyperbole équilatère pour les s (2, 3, 4) est une approximation plus ou moins insuffisante : dans ce cas l'écart-type et le σ' sont placés entre parenthèses, le τ_0 ne donnant pas lieu à cette réserve plus ou moins importante.

CHAPITRE III

L'ASTRONOMIE AVANT 500 A. D.

Voici, en guise de préliminaires, un ensemble de notes ou de remarques — quand ce ne sont pas des impressions — qui nous semblent à rappeler ou à formuler quant aux origines de la connaissance astronomique en Inde.

Il serait trop long d'aborder ici les données elles-mêmes. Elles résident toutes dans la *Pañcasiddhāntikā* de Varāhamihira, composée vers la fin du VIe siècle (5, 1, 3) et sont d'une nature et d'un état très différents de ceux des données qui nous occuperont ici. Il en est de substantielles qui devraient être plus utiles à la recherche historique, mais, du fait de l'unicité de la source peut-être, cela ne va pas sans difficultés. Nous n'avons pu encore ajouter que fort peu aux résultats des prédécesseurs et ici, à notre tour, nous sommes réduit à des informations textuelles d'interprétation parfois délicate et probablement fallacieuse en plusieurs endroits.

Tout d'abord, peut-être solidaires encore du matériel astrologique des vieilles saṃhitā (1, 1, 2), les données du *Vāsiṣṭhasiddhānta*[1], arithmétiques et babyloniennes, ont pu survenir à notre avis dès le premier siècle de l'ère chrétienne et se répandre dans l'Inde du Nord en même temps que le pouvoir Kuṣāṇa. Étant entendu que ce savoir ou ces recettes de calcul sont restées longtemps affaire de spécialistes, praticiens de computs ou, déjà, peut-être, de l'astrologie judiciaire.

Car l'astrologie à la grecque (1, 1, 3) a peut-être touché l'Inde dès cette époque, mais alors sa littérature, certainement non indienne longtemps, serait restée longtemps confinée dans les mains d'étrangers, puis d'Indiens qui en ont fait métier longtemps avant que cette astrologie et l'astronomie n'entrent dans la littérature indienne.

Les données du *Vāsiṣṭha*, puis celles du *Pauliśa* qui se présentent comme des correctifs aux premières, sont intimement liées à des méthodes et constantes babyloniennes révélées par des papyri du temps de Néron et de Vespasien[2].

(1) T. S. KUPPANNA SASTRI, *The Vāsiṣṭha sun and moon...*, Journ. of Or. Res. Madras, XXV (1957), pp. 19-41.

(2) Travaux de E. J. Knudtzon et O. Neugebauer, voir O. NEUGEBAUER, *The ex. sc.*, 2e édition, p. 162 sqq., 186.

Le *Vāsiṣṭha* présente des durées de mois solaires vrais qui semblent bien désigner le calendrier syro-macédonien de la variété de Tyr[1], particulièrement attesté dans l'œuvre de Flavius Josèphe, en fin du Ier siècle A.D. Or on sait que l'épigraphie du Nord-Ouest de l'Inde offre maints exemples de noms de mois grecs de la liste utilisée dans ce calendrier.

On notera comment ces méthodes babyloniennes de l'époque impériale renoncent pour suivre les mouvements vrais aux fonctions linéaires ou « zigzag » sans pour autant céder à la trigonométrie souveraine alors chez les astronomes : elles approchent les fonctions de cette dernière par des fonctions algébriques.

Pour expliquer le mot *Pauliśa* on a proposé assez bizarrement le nom de Paulus Alexandrinus, auteur de textes astrologiques de la fin du IVe siècle. Notons surtout que ce mot Pauliśa est strictement confiné au texte astronomique indien, on ne le retrouve absolument nulle part ailleurs dans la littérature sanskrite, pas même dans la littérature astrologique. Nous avancerons sans preuves l'hypothèse d'un mot de quelque langue du Proche-Orient similaire de l'hébreu בַּבְלִית, *bavlith*, « (à la) babylonien(ne) ». Nous aurions alors une appellation parallèle à celle de *Romaka*, de même nature ethno-géographique que ce Romaka où l'on a reconnu à bon droit depuis longtemps le nom de Rome, étant entendu qu'il ne s'agit pas seulement, vers le Ve siècle, de la ville d'Italie, mais de l'empire et éventuellement de la Rome d'Orient, Byzance[2].

Quoi qu'il en soit, ce canon Pauliśa présente un premier méridien sur lequel on s'est trompé aussi à coup sûr. Après avoir désigné les Grecs à travers les Ioniens, cf. l'hébreu יָוָן, *yavan*, le sanskrit *yavana*, moyen indien *yona*, est devenu un mot général pour désigner « l'occidental », tout comme a fait l'Europe avec « l'oriental ». De sorte que le (pays ou ville) « Yavana » et premier méridien du Pauliśa, *Pañcasiddhāntikā*, III, 13, qui est à 44° ouest d'Ujjayinī, n'est pas Alexandrie ou Byzance, n'est pas à lire dans la réalité, mais dans la géographie de Ptolémée ou le fonds d'inventaire sur lequel elle repose. Cela mène dans la partie occidentale de la Mésopotamie, où l'on est amené à remarquer Edesse, la patrie du syriaque, et à se demander si ce type d'astronomie ne provient pas en Inde de sources syriaques, comme on le voit pour le christianisme indien et où l'on sait, au témoignage de la légende de saint Thomas, qu'on y savait des choses de l'Inde du Ier siècle de l'ère chrétienne.

Plutôt après cette astronomie Pauliśa et peut-être bien plus tard survient l'astronomie trigonométrique avec la nouvelle astrologie ou un nouvel et abondant apport de sa littérature. Lorsque le pouvoir

(1) F. K. GINZEL, *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie,* III, p. 29 sqq.

(2) Jacqueline ROSENBLUM, Οἱ Ῥωμαῖοι, Bulletin de l'Assoc. Guillaume Budé, 1969 (3), pp. 299-313.

Kuṣāṇa s'est dissipé dans le Nord-Ouest et que s'est instaurée solidement la satrapie d'Ujjayinī. On connaît à la fois l'importance du commerce de sa région maritime avec l'Occident et l'activité culturelle qui se déploie sous ces satrapes indianisés. Bien avant la fin du IVe siècle, parmi les marchandises et les gens de mer qui atteignent Bharukaccha-Βαρυγάζα, actuel Broach, et autres ports de ce pays Lāṭa, des textes astrologiques et des formulaires d'astronomie savante, voire des astrologues, surviennent et s'accréditent dans cette partie de l'Inde.

L'astrologie est prospère et déjà indianisée depuis un temps dans cette satrapie d'Ujjayinī lorsque celle-ci disparaît, peu avant 400, investie par Candragupta II, dans l'expansion aussi rapide que fugitive de l'empire Gupta. Il semble bien que c'est à ce moment et dans ces circonstances qu'à l'inverse l'astrologie à la grecque part de cette région à la conquête de toute l'Inde pour un empire perdurable.

Jātaka et praśna (1, 1, 3) se répandent dans les cours et dans les mœurs et, en ce qui concerne l'astrologie, de nouveaux systèmes de détail, des maîtres et des écoles surgissent et foisonnent déjà, peut-être, au cours du Ve siècle.

Au contraire, les textes astronomiques recèlent des indications qui montrent qu'hormis le formulaire nécessaire et suffisant à dresser l'horoscope, l'astronomie et surtout l'astronomie trigonométrique ne s'indianise pas si vite, qui est d'un matériel et d'une mathématique autrement compliqués, incomparablement moins intuitifs et moins demandés que l'horoscopie. Voici l'esquisse que l'on peut se représenter, assez fragile en plusieurs points, notamment quant à la chronologie absolue.

Alentour de 400, à quelques décennies près, et, sur d'autres considérations, plutôt avant qu'après, se situerait un auteur que nous ne connaissons que sous un nom toponymique. Ce fait proprement insolite et exceptionnel peut laisser supposer qu'il recouvre quelque nom yavana et barbare pour l'Inde. Mais cela dit, nous sommes bien en Inde et dans ce pays Lāṭa, puisque ce nom est *Lāṭācārya* — *ācārya* est « maître » au sens de « docteur » —, le « Maître du Lāṭa ».

Et ce « Maître du Lāṭa », dans un canon d'éclipses qui porte le nom de *Romaka*, à analyser ses données autant que faire se peut, s'avère corriger tout bonnement des éléments de Ptolémée et, notamment, émender ses longitudes du Soleil et de la Lune d'une même quantité ramenant l'origine des longitudes sur ou près l'équinoxe vernal de cette époque.

Cela et un transfert de méridien dont on ne s'était pas aperçu jusqu'ici, démontrent que son *Yavanapura*, sa « ville Yavana » à lui est bien cette fois Alexandrie. Et l'on voit qu'*en fin du IVe siècle, au Lāṭa, même ces nouveaux éléments de ce Lāṭācārya restent définis sur le méridien d'Alexandrie:* le premier méridien est encore celui du ou des formulaires d'astronomie trigonométrique importés en Inde et

sans doute utilisés assez longtemps sans modifications des éléments astronomiques. D'autre part, fait aussi remarquable, nous voyons là pour la seule fois en Inde des longitudes tropiques, comme dans l'astronomie trigonométrique grecque. Alors que l'Inde optera bientôt et définitivement pour les longitudes sidérales (2, 1, 12), à l'instar et sous l'influence de l'astronomie pauliśa, d'importation sensiblement antérieure. En même temps qu'on discerne malgré tout de premiers travaux astronomiques effectués en Inde, on entrevoit même l'état premier, le produit importé.

C'est un élève ou, un peu plus loin de lui, un disciple de Lāṭācārya, Siṃhācārya, « maître Siṃha », que nous voyons instituer le premier méridien de toute l'astronomie indienne désormais, en le définissant sur Ujjayinī (2, 1, 11), actuel ou ci-devant βασίλειον de la Λαρικὴ χώρα ou capitale du pays Lāṭa.

Le propos de *Pañcasiddhāntikā*, XV, 18 sq., qui contient la différence de longitude entre Yavanapura-Alexandrie et Ujjayinī selon Siṃha, confirme la valeur qu'a pratiquée Lāṭācārya concernant la différence entre Alexandrie et le lieu du Lāṭa où il travaillait, éventuellement un peu à l'ouest d'Ujjayinī.

On mesure que cela est bien à lire dans la géographie de Ptolémée et non dans la réalité. Soit, la valeur impliquée à l'endroit dit étant peut-être arrondie à l'unité la plus proche, le *muhūrta* ou trentième de jour ou 12° :

Lāṭācārya	: son lieu du Lāṭa	est à 54°	est d'Alexandrie,
Siṃhācārya :	Ujjayinī	est à 60°(±6°)	est d'Alexandrie,
Ptolémée	: Ujjayinī-'Οζήνη	est à 56° ½	est d'Alexandrie,
En réalité	: Ujjayinī	est à 45°51′	est d'Alexandrie.

De même que le méridien d'Ujjayinī restera le premier méridien de toute l'astronomie indienne, le texte astronomique n'utilisera jamais d'autre ère que l'ère śaka de 78 A.D. (1, 2, 6) justement attestée à haute époque dans la satrapie d'Ujjayinī.

CHAPITRE IV

L'APPARITION DES YUGA VERS 510 A.D. ĀRYABHAṬA

4, 1. — LE CANON k.*(SūryS)*, figures 3 et 4

4, 1, 1. Les sources. — Si le texte original ne nous est point parvenu — voir toutefois (4, 3, 6) —, de multiples sources nous en livrent toutes les données, sous des formes différentes qui se recoupent toutes parfaitement :

— VARĀHAMIHIRA, fin du VIe s. (5, 1, 3), *Pañcasiddhāntikā*, chapitres I, IX, XVI, hormis les deux derniers vers, 10 et 11, qui mènent au k.*(PañcS)* (5, 1, 1), et XVII, sauf 10 et 11a qui portent des émendations adventices propres sans aucun doute à ce dernier canon. Le k.*(SūryS)* est donné ici en un karaṇa d'époque dimanche 20 mars 505 A.D. julien 12h TCUjj pour le Soleil, la Lune et ses apsides et nœud, en IX, et 24h TCUjj pour les planètes, en XVI, soit respectivement 1317122,5 et 1317123 KYārdh. Dans le sigle du canon nous empruntons la dénomination qui se voit chez Varāhamihira et s'est trouvée plus ou moins consacrée dans les publications;

— BHĀSKARA, *c.* 629 A.D. (5, 2, 1). Dans ses deux ouvrages connus sous les noms de *Mahābhāskarīya* et *Laghubhāskarīya* (5, 2, 2), ainsi que dans son commentaire de l'*Āryabhaṭīya* daté de 629 A.D., Bhāskara traite du k.*ĀryBh* (4, 2), mais il connaît l'autre forme d'Āryabhaṭa, « la procédure en minuit », *ārdharātrikavidhi* ou k.*(SūryS)* (4, 3, 2), dont il donne tous les éléments, constantes et appareil des longitudes vraies en *Mahābhāskarīya*, VII, 21-35. On a pour le *Laghubhāskarīya* les commentaires C. ŚAṄKARANĀRĀYAṆA, *Laghubhāskarīyavivaraṇa*, *c.* 869 A.D. (6, 2, 1) et C. PARAMEŚVARA, 1re moitié du XVe s. (6, 7, 1), *Pārameśvaravyākhyā*. Pour le *Mahābhāskarīya* les C. GOVINDASVĀMIN, maître de Śaṅkaranārāyaṇa, soit 1re moitié du IXe s., *Bhāskarīyabhāṣya*, commentaire commenté à son tour en CC. PARAMEŚVARA, *Siddhāntadīpikā*, et, d'autre part, le C. PARAMEŚVARA, *Karmadīpikā;*

— BRAHMAGUPTA, né en 598 A.D. (5, 3, 1), *Khaṇḍakhādyaka*, hormis une annexe, le *Khaṇḍakhādyakottara*, qui mène au k.*KhKhUtt* (6, 1, 2). Dans son ouvrage Brahmagupta se réfère expressément à Āryabhaṭa (4, 3, 2) pour ce k.*(SūryS)* qu'il présente en un karaṇa f.665. L'époque est exactement dimanche 23 mars 665 A.D. julien 0h TCUjj ou 1375565 KYārdh. Ce texte a été l'objet de nombreux commentaires, deux sont disponibles : le C. PṚTHŪDAKASVĀMIN, *Khaṇḍakhādyakavivaraṇa*, c. 864 A.D.[1] et le C. ĀMARĀJA, *Khaṇḍakhādyakaṭīkā*, vers 1200 A.D. (6, 1, 3).

— Le f.638 qui a fait carrière à travers l'Indochine et dont nous avons, à défaut de l'original sanskrit, les versions birmane, siamoise, laotienne et cambodgienne. Karaṇa du k.*(SūryS)*, il a pour époque dimanche 22 mars 638 A.D. julien 0h TCUjj ou 1365702 KYārdh. Dans une publication à venir nous pensons être à même de montrer que sitôt son élaboration, en Inde, *c.* 638 A.D., ce karaṇa est entré en usage, avec une excellente correction de méridien, en basse Birmanie, d'où, bien plus tard, à partir de la seconde moitié du XIVe siècle, il a gagné avec le bouddhisme singhalais le Siam, le Laos et le Cambodge. Cette époque de karaṇa explique totalement l'origine de cette ère indochinoise d'époque 638 A.D.[2].

4, 1, 2. Les éléments. — Avant d'examiner le système des yuga (4, 3, 5), voici le tableau des éléments du canon qui permettent de dresser les figures 3 et 4, selon la méthode exposée en (2, 1) et de procéder éventuellement au sphuṭīkaraṇa ou calcul des longitudes vraies (4, 1, 3).

L'origine des temps est 0KYārdh ou moment du dernier kaliyuga de mode *ārdharātrika* ou « en minuit » (1, 2, 9) et le temps *t* est en jours. Le *yuga* est de 4320000 ans qui correspondent ici à 1577917800 jours. Le nombre de révolutions au yuga constitue les *yugabhagaṇa* ou « révolutions au yuga », en longitude moyenne, de telle planète ou élément.

Mentionnons que dans le texte sanskrit les éléments sont très généralement énumérés dans l'ordre des jours de la semaine, le Soleil venant en premier, le périgée et le nœud de la Lune prenant place, le plus souvent, sitôt après la Lune.

(1) Pṛthūdakasvāmin livre notamment ses calculs de l'éclipse de soleil du 4 mars 862 A.D. pour le Kurukṣetra (quelque cent trente kilomètres au nord de Delhi), éd., p. 104, et de l'éclipse de lune du 27 janvier 864 A.D., éd., p. 92.

(2) Citons seulement l'ouvrage de F. G. FARAUT, *Astronomie cambodgienne*, Saigon, F.-H. Schneider/Phnom-Penh, 1910, qui en dépit des énormes lacunes et erreurs de l'étude, reproduit fidèlement les données des manuscrits cambodgiens.

k.(*SūryS*)	£ En révolutions	ϖ′ Mandocca	2e Mandaparidhi	ρ Śīghraparidhi
Soleil........	4320000 *t′*	80°	$\frac{14}{360} = 0{,}038.$	
Lune.........	57753336 *t′*	0ʳ,25 + 488219ʳ *t′*	$\frac{31}{360} = 0{,}0861.$	
Nœud........	0,5—232226 *t′*			
Mercure......	17937000 *t′*	220°	$\frac{28}{360} = 0{,}07.$	$\frac{132}{360} = 0{,}36.$
Vénus........	7022388 *t′*	80°	$\frac{14}{360} = 0{,}038.$	$\frac{260}{360} = 0{,}72.$
Mars.........	2296824 *t′*	110°	$\frac{70}{360} = 0{,}194.$	$\frac{234}{360} = 0{,}65$
Jupiter.......	364220 *t′*	160°	$\frac{32}{360} = 0{,}08.$	$\frac{72}{360} = 0{,}2$
Saturne......	146564 *t′*	240°	$\frac{60}{360} = 0{,}16.$	$\frac{40}{360} = 0{,}1.$
t, en jours KYārdh,		*t′* = *t* / 1577917800		

4, 1, 3. L'appareil des longitudes vraies. — Il est bon de voir, pour ce premier sphuṭīkaraṇa, dans quel état se présentent les énoncés de formules dans le texte indien. Voici ceux que nous font connaître plusieurs de nos sources du k.(*SūryS*).

L'auteur indien n'emploie directement que des sinus et cosinus et, d'autre part, ceux-ci, soit SIN et COS, correspondent à

$$\text{SIN}\ \alpha = \text{A} \sin \alpha,$$
$$\text{COS}\ \alpha = \text{A} \cos \alpha,$$

où A est une base toujours différente de l'unité et qui varie parfois d'un texte à l'autre.

Pour le Soleil et la Lune on a tout simplement pour la longitude vraie £, puisque £ = M (1, 3, 2) :

$$£ = \mathcal{L} - \text{ang SIN}\ [2e\ \text{SIN}(\mathcal{L} - \varpi')],$$
$$= \mathcal{L} - \text{ang sin}\ [2e \sin(\mathcal{L} - \varpi')].$$

Le sphuṭīkaraṇa des planètes est naturellement plus compliqué, du fait notamment de l'emploi des seuls sinus et cosinus. Avec la notation définie plus haut, les textes énoncent directement ce jeu

de formules[1] s'appliquant aussi bien à l'une et l'autre sorte de planètes, supérieure ou inférieure, comme déjà dit (1, 3, 5), avec ces dénominations successives, pour aboutir à la longitude vraie £ :

$$\sin \sigma_1 = \frac{A\,\rho \sin(S - M)}{\sqrt{[A+\rho\cos(S - M)]^2 + \rho^2 \sin^2(S - M)}},$$

$$\varpi' - \tfrac{1}{2}\sigma_1 = \nu_1, \text{ } \textit{sphuṭamandocca}_1,$$

$$\sin \mu_1 = 2e \sin(M - \nu_1), \qquad \nu^1 + \tfrac{1}{2}\mu_1 = \nu_2, \text{ } (\textit{sphuṭamandocca}_2),$$

$$\sin \mu_2 = 2e \sin(M - \nu_2), \qquad M - \mu_2 = \nu_3, \text{ } \textit{sphuṭamadhya},$$

$$\sin \sigma_2 = \frac{A\,\rho \sin(S - \nu_3)}{\sqrt{[A+\rho\cos(S - \nu_3)]^2 + \rho^2 \sin^2(S - \nu_3)}},$$

$$\nu_3 + \sigma_2 = £, \text{ } \textit{sphuṭagraha}.$$

Ce sont ainsi deux fonctions, μ et σ, répondant aux deux mouvements de la planète, qui se présentent deux fois chacune. La fonction μ est au reste une simplification de celle en σ (1, 3, 2) : sauf pour Mars, $2e$ est de faible valeur, alors que ρ est généralement important. En utilisant la fonction tangente, la fonction σ se traduit plus simplement par la forme que nous avons déjà montrée (1, 3, 4), soit

$$\text{tang } \sigma = \frac{\sin(S - \alpha)}{\frac{1}{\rho} + \cos(S - \alpha)}$$

et le jeu des quatre formules se réduit à

$$\nu_1 = \alpha = \varpi' - \tfrac{1}{2} \text{ ang tang}\left(\frac{\sin(S - M)}{\frac{1}{\rho} + \cos(S - M)}\right),$$

$$\nu_2 = \beta = \alpha + \tfrac{1}{2} \text{ ang sin } [2e \sin(M - \alpha)],$$

$$\nu_3 = \gamma = M - \text{ang sin } [2e \sin(M - \beta)],$$

$$£ = \gamma + \text{ang tang}\left(\frac{\sin(S - \gamma)}{\frac{1}{\rho} + \cos(S - \gamma)}\right) = \text{ang tang}\left(\frac{\sin\gamma + \rho\sin S}{\cos\gamma + \rho\cos S}\right).$$

On remarquera la terminologie : *sphuṭamandocca* ou « mandocca vrai », pour ce qui tend à notre aphélie, du moins dans le cas de la planète supérieure, et surtout *sphuṭamadhya*, « planète moyenne

(1) Signalons une omission et une erreur dans la traduction de l'édition-traduction de la *Pañcasiddhāntikā* de G. Thibaut et Sudhākaradvivedin, Bénarès, 1889, p. 94 (réédition, Bénarès, 1930, p. 110). Avec la page 49 (rééd. de même) du texte sanskrit, il faut :
— En XVII, 7, compléter : « ... *half of* the corresponding arc is either added to... » ;
— En XVII, 8, intervertissant « added » et « deducted », lire : « ... and the corresponding arc to be *deducted from...* or *added to...* »

vraie », qui, du moins dans le cas de la planète supérieure, se trouve désigner notre longitude héliocentrique vraie.

A partir du VIIe siècle, au lieu des formules, les karaṇa ou manuels pratiques donnent des tables des fonctions μ et σ de chaque planète, mais pour des intervalles de variables trop grands où même les valeurs de la fonction σ sont proposées à l'interpolation linéaire. Il est vrai que le karaṇa n'a guère d'autre but que de dresser l'horoscope le plus facilement possible[1]. Par exemple, on trouve dans le f.638 d'Indochine une série complète de ces tables effectivement calculées sur ces formules du k.*(SūryS)*.

4, 2. — LE CANON k.*ĀryBh*, figures 5 et 6

4, 2, 1. Les sources. — Voici toutes les sources dont nous disposons et qui, en dépit des différentes époques et divers procédés d'exposition ou de calcul, contiennent chacune le k.*ĀryBh* et concordent parfaitement :

— ĀRYABHAṬA (4, 3, 7), *Āryabhaṭīya* (4, 3, 6), le texte original du canon, en siddhānta sur époque KYaud. Outre le commentaire ancien de BHĀSKARA déjà mentionné (4, 1, 1), les C. PARAMEŚVARA, *Bhaṭadīpikā*, 1re moitié du XVe siècle, C. NĪLAKAṆṬHASOMAYĀJIN, né en 1444 A.D. (6, 7, 4), *Āryabhaṭīyabhāṣya*, et, en télougou, C. KODAṆḌARĀMA, *Sudhātaraṅga*, XIXe s. ;

— BHĀSKARA, les deux autres ouvrages déjà mentionnés avec la série de leurs commentaires (4, 1, 1) ;

— HARIDATTA, *Grahacāranibandhana*, de 684 A.D. selon une tradition du Kerala[2]. Les fonctions μ et σ de chaque planète, plus compliquées dans le présent canon (4, 2, 3), sont dans ce texte tabulées de 15° en 15° de la variable ;

— Anonyme, *Grahacāranibandhanasaṃgraha*, *c.* 931 A.D. Renouvellement du formulaire précédent, ce karaṇa d'époque vendredi 25 mars 931 A.D. julien 6h TCUjj ou 1472723 KYaud, donne le k.*ĀryBh* avant de produire deux jeux de bīja qui conduisent respectivement au k.*(GCNibS)*A et au k.*(GCNibS)*B (6, 3, 2) ;

— LALLA, antérieur au XIe s., probablement du Xe, *Śiṣyadhīvṛddhidatantra*, sous forme siddhānta et menant ensuite au k.(Lalla) (6, 3, 2) ;

— PUTUMANASOMAYĀJIN, *Karaṇapaddhati*, datée de 1733 A.D., dont deux commentaires en malayalam. Le jeu d'émendations est celui qui mène au k.*(GCNibS)*B.

4, 2, 2. Les éléments. — L'époque des éléments de ce canon est celle de KYaud ou moment du dernier kaliyuga de mode *audayika*

(1) Voir justement le propos de Brahmagupta en tête de son karaṇa du k.*(SūryS)*, passage cité ci-dessous (4, 3, 2).

(2) K. V. SARMA, éd. *Grahacāranibandhana*, introd., p. V sqq.

ou « en lever », *i.e.* 6h TCUjj (1, 2, 9), le temps étant comme précédemment compté en jours. Le yuga de 4320000 ans comprend ici 1577917500 jours. Sauf pour Mercure et Jupiter les yugabhagaṇa sont les mêmes que dans le k.*(SūryS)* (4, 1, 2).

Ici, sauf pour le Soleil et la Lune, les excentricités sont variables : chaque 2e et ρ comprend un terme qui est fonction de la valeur absolue de la variable. Soit $\varkappa$ la variable de la fonction μ et θ la variable de la fonction σ, on a

$$\text{Fonction } \mu : \quad 2e = \chi + \chi' \, |\sin \varkappa|,$$

$$\text{Fonction } \sigma : \quad \rho = \psi + \psi' \, |\sin \theta|,$$

χ' est positif pour la planète supérieure et négatif pour la planète inférieure, ψ' est négatif dans l'un et l'autre cas. Ces nouveaux mandaparidhi et śīghraparidhi prennent le nom de « vrai », *sphuṭa*°.

k.*ĀryBh*	£ En révolutions	ϖ' Mandocca	2e Mandaparidhi	ρ Śīghraparidhi
Soleil........	4320000 t'	78°	$\frac{3}{80} = 0{,}0375$	
Lune.........	57753336 t'	$0^r{,}25 + 488219^r\, t'$	$\frac{7}{80} = 0{,}0875$	
Nœud........	0,5—232226 t'			
Mercure......	17937020 t'	210°	$\frac{7}{80} - \frac{2}{80}\, \|\sin \varkappa\|$	$\frac{31}{80} - \frac{2}{80}\, \|\sin \theta\|$
Vénus........	7022388 t'	90°	$\frac{4}{80} - \frac{2}{80}\, \|\sin \varkappa\|$	$\frac{59}{80} - \frac{2}{80}\, \|\sin \theta\|$
Mars.........	2296824 t'	118°	$\frac{14}{80} + \frac{4}{80}\, \|\sin \varkappa\|$	$\frac{53}{80} - \frac{2}{80}\, \|\sin \theta\|$
Jupiter.......	364224 t'	180°	$\frac{7}{80} + \frac{1}{80}\, \|\sin \varkappa\|$	$\frac{16}{80} - \frac{1}{80}\, \|\sin \theta\|$
Saturne......	146564 t'	236°	$\frac{9}{80} + \frac{4}{80}\, \|\sin \varkappa\|$	$\frac{9}{80} - \frac{1}{80}\, \|\sin \theta\|$
t, en jours KYaud,		$t' = t \,/\, 1577917500$		

4, 2, 3. L'appareil des longitudes vraies. — Pour le Soleil et la Lune la formule reste la même que dans le canon précédent (4, 1, 3). En ce qui concerne les planètes, les deux fonctions μ et σ sont de la même forme également, à cela près que les 2e et ρ sont variables comme il vient d'être mentionné.

Toutefois, c'est maintenant le *madhyama* M (1, 3, 6) qu'aménagent les premières ou la première opération et, en particulier, le traitement est maintenant différencié selon qu'il s'agit d'une planète supérieure ou d'une planète inférieure. En outre, dans le cas de la planète supérieure la première opération en μ précède maintenant la première en σ et dans le cas de la planète inférieure cette première opération en μ est tout simplement supprimée.

Venons-en directement, cette fois, aux formules expéditives de la notation moderne.

Planète supérieure :

$$\alpha = \mathrm{M} - \tfrac{1}{2} \text{ ang sin } ([\chi + \chi' \mid \sin (\mathrm{M} - \varpi') \mid] \sin (\mathrm{M} - \varpi')),$$

$$\beta = \alpha + \tfrac{1}{2} \text{ ang tang } \left(\frac{\sin (\mathrm{S} - \alpha)}{\dfrac{1}{\psi + \psi' \mid \sin (\mathrm{S} - \alpha) \mid} + \cos (\mathrm{S} - \alpha)} \right),$$

$$\gamma = \mathrm{M} - \text{ ang sin } ([\chi + \chi' \mid \sin (\beta - \varpi') \mid] \sin (\beta - \varpi')),$$

$$£ = \gamma + \text{ ang tang } \left(\frac{\sin (\mathrm{S} - \gamma)}{\dfrac{1}{\psi + \psi' \mid \sin (\mathrm{S} - \gamma) \mid} + \cos (\mathrm{S} - \gamma)} \right).$$

Planète inférieure :

$$\beta = \mathrm{M} + \tfrac{1}{2} \text{ ang tang } \left(\frac{\sin (\mathrm{S} - \mathrm{M})}{\dfrac{1}{\psi + \psi' \mid \sin (\mathrm{S} - \mathrm{M}) \mid} + \cos (\mathrm{S} - \mathrm{M})} \right),$$

$$\gamma = \mathrm{M} - \text{ ang sin } ([\chi + \chi' \mid \sin (\beta - \varpi') \mid] \sin (\beta - \varpi')),$$

$$£ = \gamma + \text{ ang tang } \left(\frac{\sin (\mathrm{S} - \gamma)}{\dfrac{1}{\psi + \psi' \mid \sin (\mathrm{S} - \gamma) \mid} + \cos (\mathrm{S} - \gamma)} \right).$$

Les γ sont également appelés, comme dans le canon précédent (4, 1, 3), des *sphuṭamadhya.*

4, 3. — ĀRYABHAṬA, L'ŒUVRE ET L'INTENTION

4, 3, 1. L'affinité des deux canons. — Comme on pouvait déjà le voir en comparant les graphiques des écarts et comme on le verra mieux encore avec leur statistique (4, 3, 3), k.*(SūryS)* et k.*ĀryBh* sont intimement apparentés. Mais il est une démonstration interne tout à fait péremptoire et qui était disponible depuis fort longtemps.

En effet, sauf en Mercure et Jupiter, c'est-à-dire pour tous les autres moyens mouvements où les yugabhagaṇa sont communs aux deux canons, le k.*(SūryS)* et le k.*ĀryBh* coïncident rigoureusement

au moment 3600 ans KY ou dimanche 21 mars 499 A.D. julien 12h TCUjj, soit 1314931,5 KYārdh et 1314931,25 KYaud, et c'est là tout le secret de cette différence de 300 jours au mahāyuga (4, 1, 2), (4, 2, 2) :

$$\frac{1314931{,}5}{1577917800} = \frac{1314931{,}25}{1577917500} = \frac{3600}{4320000} = \frac{1}{1200}.$$

En fait ce moment 3600 ans KY est une articulation de système des yuga mise à profit pour procéder à un aménagement des constantes, mais qui n'a pas nécessairement une signification chronologique très étroite. Nous verrons qu'il se situe seulement suffisamment près de l'époque de l'élaboration des deux canons (4, 3, 3).

Par contre cette articulation révèle un fait important : l'un des canons est un remaniement de l'autre, pour ajuster mieux à quelque observation — nous allons mesurer bientôt que ces éléments étranges reposent malgré tout sur des observations (4, 3, 3) —, et eu égard à la nature spéculative de ces éléments moyens — suffisamment flagrante sur les graphiques d'écarts — l'élaboration du canon second ne doit être postérieure que de très peu à celle du canon premier.

4, 3, 2. Le traité d'Āryabhaṭa sur le k.*(SūryS)*. — En découvrant l'essentiel de la démonstration interne Prabodh Chandra Sengupta[1] a fait état des deux témoignages anciens qui montraient déjà qu'Āryabhaṭa est aussi bien l'auteur de la forme ārdharātrika, notre k.*(SūryS)*, que de la forme audayika ou k.*ĀryBh* que produit le seul texte d'Āryabhaṭa parvenu jusqu'à nous, l'*Āryabhaṭīya.*

Ces deux auteurs du commencement du VIIe siècle, Bhāskara (5, 2, 2) et Brahmagupta (5, 3, 1), attestent formellement l'existence d'un traité d'Āryabhaṭa en k.*(SūryS)*.

En *Mahābhāskarīya*, VII, après l'énoncé des données du k.*ĀryBh*, Bhāskara stipule

nibandhaḥ karmaṇāṃ prokto yo 'sāv audayiko vidhiḥ /
ardharātre tv ayaṃ sarvo yo viśeṣaḥ sa kathyate // 21 //

« Ce corps d'opérations qui vient d'être donné est la procédure en lever. Voici tout ce qui, dans la (procédure en) minuit, se présente différemment ». Et dans le reste du chapitre, 22-35, Bhāskara énumère les éléments, constantes et appareil des longitudes vraies propres au k.*(SūryS)*, précisant

etat sarvaṃ samāsena tantrāntaram udāhṛtam // 33 //

« Voilà mentionné tout l'essentiel de l'autre traité, *tantrāntara*[2]. »

Dans son *Brāhmasphuṭasiddhānta*[3] Brahmagupta parle de deux

(1) Traduction du *Khaṇḍakhādyaka*, Calcutta, 1934, introduction, p. XIII sqq.

(2) Voir l'embarras de Govindasvāmin, au IXe siècle, à propos de cet « autre traité », son commentaire *ad* VII, 35, éd. p. 384.

(3) XI, 5, 13, 14, 18, 21, 25, 33, 34, où Brahmagupta emploie d'ailleurs un mot familier de Bhāskara, *karman.*

procédures d'Āryabhaṭa, un *ārdharatrika* et un *audayika* qui diffèrent de 300 jours. Mais, qui plus est, voici comment le même auteur présente son *Khaṇḍakhādyaka* qui relève du k.*(SūryS)* :

vakṣyāmi khaṇḍakhādyakam ācāryāryabhaṭatulyaphalam // I, 1 //
prāyeṇāryabhaṭena vyavahāraḥ pratidinaṃ yato 'śakyaḥ /
udvāhajātakādiṣu tatsamaphalalaghutaroktir ataḥ // 2 //

« Je livre le *Khaṇḍakhādyaka* qui donne les mêmes résultats que (le traité de) maître Āryabhaṭa. La pratique journalière étant proprement impossible avec (le traité d') Āryabhaṭa, en voici une présentation des plus facile et menant aux mêmes résultats pour (dresser les horoscopes de) mariages, naissances, etc. ».

On trouve encore, en fin de I, 7 : *ardharātrikāryabhaṭamadhyasamāḥ*, « (résultats) qui correspondent aux éléments moyens de (l'ouvrage d') Āryabhaṭa en minuit ».

L'*Āryabhaṭīya* appelle des remarques qui permettront quelque progrès dans l'examen de ce problème (4, 3, 6).

4, 3, 3. La statistique des écarts. — On peut remarquer tout d'abord que l'écart en Mercure (2, 1, 13) n'est guère plus satisfaisant dans le k.*ĀryBh* que dans le k.*(SūryS)*. Par contre, fait plus intéressant qui laisse deviner l'ordre chronologique des deux canons, le k.*(SūryS)* présente une forte erreur systématique en Jupiter, tandis qu'en k.*ĀryBh* cette fonction rejoint finement la zone d'étranglement de la gerbe spéculative.

La fonction en Jupiter étant éliminée en ce qui concerne l'étude statistique du k.*(SūryS)*, ainsi que celle de Mercure pour les deux canons, voici les divers résultats que l'on peut tirer de la statistique (2, 3, 7) selon la notation définie en (2, 1, 3) :

N°		k.*(SūryS)*		k.*ĀryBh*	
1	(11111 01111)			512,8 ±3,4	3′,5
2	(11111 01101)	512,1 ±3,6	3′,7	512,5 ±3,5	3′,5
3	(01111 01111)			508,0 ±4,7	3′,3
4	(01111 01101)	507,2 ±5,0	3′,5	507,9 ±4,8	3′,4
5	(01011 01111)			509,0 ±3,4	2′,3
6	(01011 01101)	508,9 ±3,5	2′,4	508,9 ±3,5	2′,4
7	(11111 00000)	511,0 ±6,0	4′,5	511,8 ±5,8	4′,3
8	(01000 01111)			509,6 ±2,7	1′,6
9	(01000 01101)	510,1 ±2,3	1′,3	510,1 ±2,3	1′,3
10	(01000 01100)	510,6 ±2,7	1′,5	510,6 ±2,7	1′,5
11	(00000 01111)			510,2 ±2,5	1′,4
12	(00000 01101)	510,5 ±2,2	1′,2	510,4 ±2.2	1′,2

Il vient tout d'abord l'importante constatation générale : ces éléments astronomiques dont on verra plus encore (4, 3, 5) le caractère fantastique, reposent malgré tout sur des observations astronomiques, un ensemble unique d'observations très rapprochées dans le temps et nécessairement de très grande qualité pour les moyens de l'époque. Cela étant, c'est l'énorme distorsion spéculative des yuga qui procure ce puissant moyen de localiser dans le temps, soit dater plus ou moins finement ce ou ces ensembles d'observations que recèle toujours, plus ou moins directement, comme on le verra, tout canon spéculatif indien.

Ici, on voit mieux encore combien les deux canons sont étroitement apparentés et, comme on pouvait s'y attendre, la réalité astronomique qu'ils recèlent est proche de cette articulation de 499 A.D. (4, 3, 1).

Dans l'ensemble les deux canons reposent sur les mêmes observations et même, vraisemblablement, en ce qui concerne Jupiter, où il se peut que la réduction des observations ait été simplement mieux conduite dans le k.*ĀryBh* que dans le k.*(SūryS)*. Dans le remaniement du k.*(SūryS)* en k.*ĀryBh* (4, 3, 4) la soustraction des 300 jours ne peut être destinée qu'à aménager le moyen mouvement de la Lune et par ce remaniement Āryabhaṭa a très probablement visé à rajuster l'ensemble des éléments d'éclipses (1, 2, 12) sur une éclipse survenue après l'élaboration et la publication de son traité du k.*(SūryS)*[1].

Toutes les « gaussiennes » ci-dessus sont parfaitement compatibles entre elles, c'est-à-dire qu'à les soumettre à un test de comparaison, elles ne présentent pas d'écarts significatifs et, du même coup, ne peuvent nous renseigner sur l'ordre d'élaboration des deux canons.

Il est particulièrement à remarquer qu'au contraire de ce qu'on verra plus tard, il s'agit ici de canons tout à fait homogènes, l'ensemble des éléments d'éclipses ne se sépare pas, dans le temps, de l'ensemble des éléments planétaires : en matière de positions Āryabhaṭa, né en 475-6 A.D. (4, 3, 7), n'a rien emprunté à des devanciers, il n'a pris en compte que des observations contemporaines.

Strictement, bien entendu, l'épreuve des données permet seulement de conclure que ces observations sont contemporaines de notre auteur, sans plus. C'est à mesurer aussi la personnalité d'Āryabhaṭa (4, 3, 7) et plus encore l'intention de ses yuga (4, 3, 8) que nous sommes fondé à affirmer que ce sont là ses propres observations et travaux de réduction.

Pour délimiter le mieux possible la période de ces observations nous prendrons la courbe de Laplace-Gauss en 12, parce que d'écart

(1) Si d'aventure ç'avait été sur une éclipse de soleil, notons que deux seulement ont été suffisamment visibles en Inde de 499 à 519 A.D. : celles du 29 juin 512 et du 23 octobre 515, Th. von Oppolzer, *Canon der Finsternisse*, carte 82. Dans ce cas le traité du k.*(SūryS)* aurait été publié entre 512 et 515 et l'*Āryabhaṭīya* après 515. Mais il est bien entendu qu'il ne s'agit là que d'une conjecture, nous ne saurions conclure à rien de cette sorte dans l'état actuel des recherches.

moyen quadratique le plus petit, le plus significatif et, partant, d'une moyenne susceptible d'être mieux centrée que les autres. Puis, prenant pour marge d'incertitude le double de la valeur de cet écart moyen quadratique de 2,2 ans, nous pourrons considérer que les observations sur lesquelles les deux canons ont été fondés s'étendent sur la période de

510,5 ±4,4, soit de 506 à 515 A.D.,

l'élaboration des deux canons se plaçant sur la même période, tandis qu'Āryabhaṭa avait de 30 à 39 ans. Voir la figure 52 où sont représentées les gaussiennes 2, 7, 12 du k.*(SūryS)* et 1, 7, 11 du *k.ĀryBh.*

On ne manquera pas de remarquer l'étonnante précision de ces ensembles de positions moyennes pendant la période des observations : cette précision était certainement à la limite des moyens de l'astronomie ancienne, à la limite de ses instruments et de ses modèles mathématiques. C'est dire dès à présent qu'en dépit de la spéculation yuga, Āryabhaṭa est certainement l'une des grandes figures de l'histoire de l'astronomie.

On comprendra maintenant pourquoi Āryabhaṭa ne parle pas de la précession des équinoxes[1] : il la récuse (4, 3, 6) et a pu se le permettre parce qu'il considérait exclusivement cet unique ensemble d'observations contemporaines très ramassées dans le temps.

4, 3, 4. La substitution du k.*ĀryBh* **au** k.*(SūryS).* — Les deux canons reposant sur les mêmes observations, on a vu que la statistique ne peut faire connaître quel est le canon que l'auteur a substitué à l'autre. Quelques indices font présumer que le k.*ĀryBh* est le canon second, notamment le fait que celui-ci apparaît bien corriger l'erreur systématique de l'autre pour Jupiter.

Fort heureusement un témoignage textuel s'offre à confirmer résolument cette présomption déjà suffisante. Il s'agit d'un endroit de la *Pañcasiddhāntikā* de Varāhamihira, *c.* 600 A.D. :

laṅkārdharātrasamaye dinapravṛttiṃ jagāda cāryabhaṭaḥ /
bhūyaḥ sa eva sūryodayāt prabhṛty āha laṅkāyām // XV, 20 //

« ... et Āryabhaṭa a préconisé le début du jour astronomique au moment minuit à Laṅkā (*i.e.* 0h TCUjj). Puis *(bhūyas)*, lui-même l'a compté à partir du lever du soleil à Laṅkā (*i.e.* 6h TCUjj). »

Or le k.*(SūryS)* est bien « en minuit », ārdharātrika (4, 1, 2), et le k.*ĀryBh* « en lever », audayika (4, 2, 2).

(1) La précession était connue sinon reconnue. Non seulement on voit que le *Romaka-(siddhānta)* était fondé sur l'année tropique (chap. 3), mais les autres auteurs anciens l'attestent ou se trouvent l'attester, faute de l'admettre ou faute de bien comprendre de quoi il s'agit, Varāhamihira, *Pañcasiddhāntikā*, III, 21-23 ; *Bṛhatsaṃhitā*, III, 1-3 ; Brahmagupta, *Brāhmasphuṭasiddhānta*, XI, 54. Mentionnons que Bhāskara rapporte d'une constante très intéressante et bien meilleure que celle de Ptolémée (2, 2, 7) de 1° en cent ans (2, 2, 2), commentaire *ad Āryabhaṭīya*, III, 5 : 189411 révolutions en 4320000000 ans font 1° en 63 ans.

4, 3, 5. Les yuga d'Āryabhaṭa. — Voici le système des yuga tel qu'il apparaît dans l'*Āryabhaṭīya* conditionnant le k.*ĀryBh.* Hormis le décompte en jours, évidemment différent, le système était nécessairement le même pour le k.*(SūryS)* en ce qui concerne ce qui nous intéresse vraiment ici, c'est-à-dire à l'échelle du yuga.

Le *yuga* de 4320000 ans est la période du retour des neuf éléments — Soleil, Lune, ses apside et nœud, planètes — aux mêmes positions moyennes. Au début et au terme du yuga tous ces neuf éléments se retrouvent en conjonction moyenne parfaite au point origine des longitudes.

Le yuga se subdivise en quatre parties égales ou *yugapāda*, « quart de yuga » de 1080000 ans chacun. Mentionnons leurs noms qui, notons-le, n'apparaissent pas encore dans notre texte : à commencer au début du yuga, on a successivement le *kṛtayuga*, le *tretāyuga*, le *dvāparayuga* et le *kaliyuga*. Ainsi, étant donné les yugabhagaṇa des tableaux de (4, 1, 2) et (4, 2, 2), on aura au début des tretā°, dvāpara° et kaliyuga, leurs yugabhagaṇa étant multiples de quatre, une conjonction générale des Soleil, Lune et planètes en longitude moyenne au point origine des longitudes, mais les apogée et nœud ascendant de la Lune seront, selon le cas, à

		ϖ'	θ
Début de yuga,	début de 1er yugapāda (kṛta°)	0°	0°
	début de 2e yugapāda (tretā°)	270°	180°
	début de 3e yugapāda (dvāpara°)	180°	0°
	début de 4e yugapāda (kali°)	90°	180°
Début de yuga,	début de 1er yugapāda (kṛta°)	0°	0°

Ces yuga se répètent sur de bien plus vastes périodes. Voici le tableau général de tous les sous-multiples et multiples qui apparaissent dans l'*Āryabhaṭīya*, I, 3 et III, 7-8, et vont jusqu'au « jour de Brahman », *kāhar* ou *kalpa*.

Année des Pères	Année divine	Yuga	Manu	Kalpa	*Āryabhaṭīya*
30	360	4320000	311040000	4354560000	Années humaines
	12	144000	10368000	145152000	Années des Pères
		12000	864000	12096000	Années divines
			72	1008	Yuga(s)
				14	Manu(s)

En I, 3 il est précisé qu'au début du présent yugapāda, soit au KY de —3101 A.D. (1, 2, 9), il s'était écoulé 6 manu, 27 yuga et 3 yugapāda du kalpa, c'est-à-dire

1986120000 ans du kalpa ou jour de Brahman,
459,75 yuga du kalpa,
0,456101190476... kalpa.

On voit comment la spéculation est tout à fait fantastique. Or — nous venons de le mesurer et il est bien vrai que c'était invraisemblable — Āryabhaṭa l'a construite à partir d'observations et de travaux astronomiques tout à fait remarquables pour l'époque. Nous reviendrons plus loin sur la démarche intellectuelle qui a mené à cet étonnant amalgame (4, 3, 8).

On verra que la spéculation a joué le rôle d'un postulat à partir duquel Āryabhaṭa s'est appliqué à rechercher, avec beaucoup de soin, dans la réalité astronomique, des valeurs absolues de constantes.

Mais quant à la spéculation elle-même il surgit plusieurs questions aussi difficiles qu'importantes. A défaut de pouvoir y répondre bien, nous sommes en mesure de montrer comment certaines d'entre elles se posent en réalité.

Tout d'abord, pour autant que nous puissions voir et comprendre, il semble certain qu'Āryabhaṭa a été en Inde le premier à introduire la spéculation dans la connaissance astronomique. Il est notamment un argument *e silentio* qui mérite néanmoins bonne considération : de tout ce que la *Pañcasiddhāntikā* de Varāhamihira nous fait connaître de l'astronomie en Inde avant notre auteur (chap. 3), il n'est rien qui laisse voir ou présumer un précurseur d'Āryabhaṭa en ce qui concerne cette construction de yuga astronomiques. Il est sans doute significatif que Varāhamihira à propos du *Romaka-(siddhānta)* montre encore le mot *yuga*, originairement « joug », « paire », au sens très limité de cycle, fort modeste, 2850 ans, n'englobant que les deux mouvements du Soleil et de la Lune, comme dans le yuga de cinq ans du *Jyotiṣavedāṅga* (1, 1, 1) : ces yuga ne constituaient pas une spéculation comme nous voyons à partir d'Āryabhaṭa.

Cela dit, il ne serait pas impossible que la spéculation yuga fût une idée spontanée d'Āryabhaṭa, généralisant et systématisant la notion de yuga au sens de cycle. Et l'auteur fait justement preuve d'un esprit très systématique (4, 3, 7).

Il est toutefois plus probable que son postulat lui a été suggéré ou imposé par une spéculation primitive devenue depuis plus ou moins longtemps une forte idée reçue. Plusieurs choses comme la nomenclature *manu* et *kalpa*, ce dernier mot signifiant « création », nous paraissent témoigner de cette spéculation primitive qui aurait été d'une tout autre nature : une cosmogonie purement numérique, voire purement verbale, un jeu de poupées russes déjà plus ou moins adapté, peut-être, à la cosmographie élémentaire, mais sans plus.

Il suffit de voir la raison de l'année des Pères ou *pitṛ*[1] et de l'année divine, sans pouvoir dire si ces précisions cosmographiques sont d'Āryabhaṭa ou se trouvaient déjà dans la spéculation primitive.

(1) Anciennement les ancêtres éponymes des familles brahmaniques, les *pitṛ* ou « Pères » sont les mânes qui ont pu bénéficier des rites funéraires voulus. Le pôle sud est justement dévolu ici aux autres mânes qui, infortunés, sont les *preta* ou « trépassés » et plus ou moins « revenants », *bhūta*. Voir *L'Inde classique*, I, art. 674, 1085, 1138.

Les dieux résident au pôle nord et les ancêtres dans la Lune, IV, 16 et 17, la Lune étant éclairée par le Soleil, ainsi que la Terre et les planètes, IV, 5, le jour-nuit ou nychthémère a sur la Lune la durée de sa révolution synodique, soit, en arrondissant, 30 jours ou nychthémère des Pères : l'année des ancêtres vaut donc pareillement 30 années humaines. Au pôle le nychthémère des dieux dure un an ou, en arrondissant, 360 jours : l'année des dieux vaut donc 360 années humaines. Ces nombres témoignent assez du caractère symbolique de la spéculation primitive qu'Āryabhaṭa aura transformée en théorie astronomique.

Pour connaître mieux cette spéculation primitive, on serait tenté de chercher dans l'abondante littérature indienne antérieure au VIe siècle. Or nous verrons plus loin, avec tout ce qui s'est passé dans les quelques décennies qui ont suivi Āryabhaṭa (5, 4, 1), que ces endroits des épopées, smṛti et purāṇa peuvent résulter — quand ce n'est pas certain — d'interpolations ou d'aménagements non seulement postérieurs à Āryabhaṭa, mais postérieurs au VIe siècle, quand ils ne sont pas plus récents, voire tardifs.

Il est enfin une autre question qu'on ne peut manquer de se poser et à laquelle il n'est pas possible de répondre présentement. Āryabhaṭa aurait disposé d'une littérature à ce sujet ou la spéculation primitive en procèderait elle-même : les yuga astronomiques d'Āryabhaṭa ont-ils un lien historique avec la « grande année » qu'on aperçoit dans le monde méditerranéen, notamment les 432000 ans qui se voient dans les fragments de l'œuvre de Bérose, un lien de parenté avec les diverses ères mondiales qui s'élaborent dans les premiers siècles A.D.?

A défaut de pouvoir répondre à cette question, nous remarquerons que des recherches sont sans doute à faire de ce côté aussi. Nous voulons parler de l'investigation de la donnée numérique que produisent ou recèlent peut-être les reliefs colligés par l'érudition[1].

En exergue à cette suggestion et pour montrer que sur les rives de la Méditerranée aussi on a dû faire quantité de canons spéculatifs, en introduisant aussi la spéculation dans la connaissance astronomique, il vaut la peine de relever ce passage de Cicéron dans le *De natura deorum*[2], composé en —44 A.D. : *quarum ex disparibus motionibus magnum annum mathematici nominauerunt qui tum efficitur cum solis et lunae et quinque errantium ad eamdem inter se comparationem confectis omnium spatiis est facta conuersio. Quae quam longa sit magna quaestio est esse uero certam et definitam necesse est*, II, 20, « Cette diversité [des mouvements des astres] a conduit les mathématiciens à donner le nom de grande année à une période au terme de laquelle le soleil, la lune et les cinq planètes se trouvent occuper

(1) Éléments de bibliographie, éd.-trad. de PLINE L'ANCIEN, *Naturalis historia*, de Jean Beaujeu, Paris, Belles-Lettres, 1950, II, p. 138.

(2) Voir aussi *De republica*, VI (Songe de Scipion), 22 sq. Chez Bérose du moins, les points de conjonctions générales étaient aux deux solstices, SÉNÈQUE, *Naturales quaestiones*, [III], XXIX, 1.

les uns par rapport aux autres la même situation. C'est une grande question de savoir quelle est la durée de cette période, mais il est certain qu'elle existe et a une longueur déterminée. » (Traduction de Charles Appuhn)

Qui plus est, Cicéron encore, dans le fragment 35 de l'*Hortensius*[1], mentionne une valeur de grande année, 12954 ans, qui présente toutes les caractéristiques d'un yuga et permet à elle seule de dresser immédiatement la plus grande partie du tableau des yugabhagaṇa de ce canon spéculatif méditerranéen. Et son année étant tropique, on peut vérifier que ce canon est effectivement postérieur à Hipparque (2, 2, 6) :

En 12954 ans = 4731391 jours

Soleil	: 12954	révolutions,	année de 365j,24556122...
Lune	: 173174	—	lunaison de 29j,53058919...
ϖ	: 1464	—	
θ	: —696	—	
Jupiter	: 1092(+1)	—	
Saturne	: 440	—	

4, 3, 6. Le texte de l'*Āryabhaṭīya*. — Premier en date de tous les textes astronomiques indiens parvenus jusqu'à nous, il ne faut pas l'oublier, l'*Āryabhaṭīya* est un texte bien particulier à bien des égards et, d'autre part, son ordonnance actuelle suscite certaines remarques qui nous paraissent amener certaines conclusions plus ou moins importantes.

Tout d'abord il faut mentionner que ce texte comparativement assez court est très dense. Chaque vers y est d'une syntaxe, d'une économie de mots et d'une rigueur très étudiées qui témoignent comme le reste d'un esprit très systématique et donnent beaucoup de relief aux rares justifications qui s'y trouvent (4, 3, 7) (4, 3, 8). A cela s'ajoute la nature doctrinale du contenu, où il allait de soi que l'auteur ne dît mot de ce qu'il récusait, comme la précession (4, 3, 3).

Si le texte, à très peu de choses près, est sûr — en plus de ses propres commentaires il est abondamment cité dans quantité d'autres au cours des siècles —, c'est son ordonnance qui présente de curieuses inconséquences qui justement détonnent beaucoup sur ce fonds de minutie.

Rappelons quelque détail de cette disposition en quatre *pāda* ou « quarts », sachant qu'*āryā* et *gīti* sont les noms de deux mètres de la prosodie sanskrite :

— I, *Daśagītikapāda* ou « pāda des dix gīti ». Or ce livre comprend non seulement 13 vers dont 2 āryā, mais aussi 11 gīti dont la numérotation n'est pas la même d'une source à l'autre. Suivons celle qui

(1) Selon Ch. Appuhn, éd. *De republica*, Garnier (1954), note 291 (p. 409).

apparaît avec le commentaire de Parameśvara (P) et nous semblera la bonne, l'autre source étant le texte que présentent les deux manuscrits du commentaire de Bhāskara (Bh) où l'actuelle numérotation des colophons peut fort bien provenir d'un copiste qui, ayant commencé à numéroter dès la première gīti, se sera arrêté à dix en raison du titre de ce pāda, où l'on a

[A], une āryā non numérotée P, ni Bh. Vers liminaire saluant comme à l'ordinaire la divinité d'élection, ici le Brahman, seul et en des termes particuliers qu'on verra ci-dessous;

[B], une gīti non numérotée P (Bh : 1), définissant le système de notation numérique en puissances de cent (4, 3, 7);

1-9, neuf gīti ainsi numérotées P (Bh : 2-10), donnant les constantes du k.*ĀryBh*, révolutions, excentricités, etc.;

10, une gīti ainsi numérotée P (Bh : sans numéro), produisant les différences premières de la table des sinus de base 3438 (4, 3, 7);

[C], une āryā non numérotée P, ni Bh, en forme de colophon;

— II, *Gaṇitapāda*, 33 āryā traitant de la « mathématique »;

— III, *Kālakriyā*, 25 āryā rassemblant ce qui concerne les « mouvements », en particulier l'appareil des longitudes vraies du k.*ĀryBh;*

— IV, *Golapāda*, 50 āryā de la « sphérique » ou problèmes en trois dimensions, dont les éclipses.

D'autres faits achèvent de distinguer l'ensemble aux gīti, I, de tout le reste, soit l'ensemble II, III et IV qui est tout en āryā.

Au début de ce second ensemble, soit en II, 1, se trouve encore un autre *maṅgala*, encore un autre vers liminaire saluant ici, en plus du Brahman, les entités astrales. Cela est rédhibitoire : notre *Āryabhaṭīya* est la réunion de deux ouvrages[1].

Il y a plus encore et qui nous permet d'aller plus loin. Les nombreuses données numériques des gīti de I sont libellées dans la notation en puissances de cent définie en I, B. Or cette notation numérique n'est utilisée absolument nulle part en II, III et IV où tous les nombres sont énoncés en noms de nombre, à l'exception de deux apparitions de symboles numériques (1, 2, 4), II, 20, *sarūpa*, « ajouté de 1 », et, III, 4, *rāśiguṇa*, « multiplié par 12 ».

(1) Voir *Brāhmasphuṭasiddhānta*, XI, 8 citée (5, 2, 1). Parameśvara parle de « l'ouvrage que constitue la *Daśagītikā* », *dasagītikātmaka prabandha*, en introduisant « l'autre ouvrage », *prabandhāntara*. De même *ad* II, 1 et plus nettement encore, Nīlakaṇṭhasomayājin dit que le siddhānta appelé *Āryabhaṭīya* est fait de deux ouvrages, ... *āryabhaṭīyam nāma siddhāntam... prabandhadvayātmakam*, que le premier est de treize vers et le second de cent huit āryā et qu'il comprend les trois pāda qu'il énumère, *uttaro 'ṣṭottaraśatāryārabdhaḥ | sa ca gaṇitakālakriyāgolākhyapādatrayātmakaḥ |*

Considérons surtout II, 10 où est énoncée la fraction donnant la valeur « approchée », *āsanna*, de π

$$\pi \simeq \frac{62832}{20000} = 3{,}1416,$$

l'énoncé est en noms de nombre. Or il est certain qu'il eût été en la notation numérique des gīti si celles-ci avaient été contemporaines de la rédaction de II, III, IV : Les gīti sont postérieures à l'ensemble II, III, IV.

Ainsi nous croyons-nous suffisamment fondé pour conclure, en résumant un problème sans doute complexe

— que ces II, III et IV sont essentiellement partie et la majeure partie du premier traité en k.*(SūryS)*, c'est-à-dire tout ce qui pouvait être reconduit dans le second traité en k.*ĀryBh*, à quelques modifications près, dont une est certaine, en III, 22-24, où le texte actuel donne l'appareil des longitudes vraies du canon second;

— que la seconde édition, en k.*ĀryBh*, a consisté à adjoindre à cette partie reconduite, seulement remaniée là où il était nécessaire et constituée en une unité de trois livres — cf. le second hémistiche de I, A : *āryabhaṭas trīṇi gadati gaṇitaṃ kālakriyāṃ golaṃ*, « Āryabhaṭa énonce les trois (parts) : *Gaṇita*, *Kālakriyā*, *Gola* », voir ci-dessous — un nouveau texte autonome pour les nouvelles constantes, en gīti cette fois, afin de prévenir toute interférence avec la partie en āryā qui dans le premier traité produisait les constantes du premier canon;

— que dans cette partie disparue et qu'on peut espérer retrouver, les nombres étaient énoncés en noms de nombre ou en symboles numériques;

— que les sinus du premier traité était certainement de cette base 2 à fraction sexagésimale qui se voit dans la *Pañcasiddhāntikā*, IV, 1-15, un des témoins des sources occidentales et qui ensuite ne reparaît plus jamais[1];

(1) C'est une table de cordes — cf. Ptolémée, *Syntaxe mathématique*, I, IX — où la base est 2 parce que la corde de l'angle de 180° vaut 2 rayons et où, pour transformer en table de sinus, il a suffi de dédoubler les valeurs de variable ou argument, sans rien changer d'autre. On peut se demander si ce n'est pas Āryabhaṭa qui avait franchi ce pas, d'intérêt théorique, en élaborant le k.*(SūryS)*, avant de parvenir, sur cette lancée, au sinus à base 3438 (4, 3, 7). En sanskrit l'expression pour sinus est *jyārdha* ou *ardhajyā*, « demi-corde », qui bien souvent par la suite par ellipse, se réduit au mot corde, *jyā*, mais au sens de sinus.

Signalons brièvement la solution d'une inconséquence à cet endroit de la *Pañcasiddhāntikā* où Thibaut et Sudhākara Dvivedin arrivaient à la sommation absurde 2 ; 0, 1 pour SIN 90°, en notation de M. Otto Neugebauer (2, 2, 2). C'est par suite d'un endroit abîmé, IV, 9, où, en respectant beaucoup mieux les leçons des deux manuscrits, on restitue aisément, en même temps que le résultat final attendu, SIN 90° = 2 ; 0, 0 :

catvāriṃśad rāmamunayo 'rdhaśataṃ ca saikam atijagatī /
dvādaśa ṣaṣṭir hīnā manubhir viṣayair vṛṣe vikalāḥ //

et de même il faut restituer avec les mss en IV, 8b ce même symbole numérique pour « 13 », *atijagatī*, apparemment ignoré des éditeurs :

*yuktāṃbarapañcanava*ātijagatibhir *liptikā vṛṣabhe* //

Pour l'*i* bref exigé par le mètre avant la désinence, voir L. RENOU, *Grammaire sanscrite*, § 249, D, p. 357.

— que, partant, le sinus à base 3438 (4, 3, 7) est, comme la notation numérique des gīti, une innovation d'Āryabhaṭa et pareillement élaborée après l'édition du premier traité;

— que l'emplacement actuel des vers I, A et II, 1 résulte d'une interversion qui a amené cette particulière invocation au Brahman tout au début du recueil, dès le VIe siècle, lorsque les tenants d'Āryabhaṭa s'étaient déjà convaincus que la science du maître procédait d'une révélation divine. On en verra le processus chez Bhāskara et le rôle curieux de ces thuriféraires (5, 2, 3). Non seulement l'actuel II, 1 va mieux à cette place, mais l'actuel I, A était nécessairement, voir ci-dessus, en II, 1 où, de surcroît, avec son *praṇipatyaikam anekaṃ kaṃ...*, cette stance a un solide lien avec la suivante, II, 2, qui, énumérant les puissances de dix, débute par *ekaṃ...*;

— que le vers I, B, qui donne la clef, *bhāṣā*, Bh, *paribhāṣā*, P; de la notation numérique des gīti, était conçu comme surnuméraire des dix gīti.

D'autre part nous sommes bien sûr que l'actuel vers final, IV, 50, n'est pas d'Āryabhaṭa :

āryabhaṭīyaṃ nāmnā pūrvaṃ svāyaṃbhuvaṃ sadā sad yat /
sukṛtāyuṣoḥ praṇāśaṃ kurute pratikañcukaṃ yo 'sya //

« A porter atteinte audit *Āryabhaṭīya* qui (révélé) jadis de Brahma est vrai pour toujours, c'est perdre sa vie et ses mérites religieux.»

D'abord — nous allons y revenir — ce n'est pas l'auteur qui a appelé son ouvrage *Āryabhaṭīya*. Ensuite, non seulement ce que nous pensons connaître de l'auteur (4, 3, 7) et ce qu'il dit expressément (4, 3, 8) est tout à fait incompatible avec cette malédiction de type épigraphique et la révélation alludée. Mais de plus c'est là un vers laborieux et un pauvre sanskrit tout aussi incompatibles avec la précision et la perfection de fonds et de forme qui se voient dans ce texte. C'est là le produit d'un thuriféraire, en fin d'un commentaire probablement, à l'époque de l'apocalyptisation des yuga (5, 4, 1) et le vers aura passé plus ou moins fortuitement pour partie de l'*Āryabhaṭīya*.

On ne peut malheureusement pas s'assurer de ce qu'il en était chez Bhāskara, car nos sources pour son commentaire s'arrêtent en IV, 6. Cependant, au fait que sauf erreur il ne connaît pas l'appellation *Āryabhaṭīya* s'ajoute encore cet autre. Pour se convaincre que le maître n'a pu connaître cette science abstruse que par une révélation de Brahma (5, 2, 3), *ad* I, 1 il cite seulement IV, 49 : il n'eût pas manqué de se saisir surtout de l'actuel vers IV, 50 pour ce faire. L'immixtion de ce dernier vers aurait entraîné la disparition d'un vers du texte authentique, car plus avant dans le même endroit, on voit que Bhāskara compte 108 āryā pour II, III et IV.

Enfin et en effet le terme d'*Āryabhaṭīya* ne peut être le titre original

de l'ouvrage, voir le cas des deux ouvrages de Bhāskara (5, 2, 2). A notre connaissance cette appellation n'apparaît nulle part avant le IXe siècle[1].

On a vu comment Brahmagupta parle de cet autre « (traité d') Āryabhaṭa » (4, 3, 2). Bhāskara appelle I le *Daśagītikasūtra* et l'ensemble II, III et IV, le *tantra*, l'*Āryabhaṭatantra*, Āryabhaṭa étant souvent désigné par la simple mention « le maître », *ācārya*, *bhaṭa*, *prabhu*, *guru*[2], etc. De même en fin du VIIe siècle, Haridatta (4, 2, 1) dans son *Grahacāranibandhana*, I, 13, 31, III, 45, 46, mentionne le *Bhaṭa* et, s'agissant de l'*Āryabhaṭīya*, dit « le traité du maître », *Bhaṭatantra*, et le *(Daśa)gītika(sūtra)*.

* * *

Dans le *Mahābhaskarīya* et, sauf erreur, dans cet ouvrage seulement, Bhāskara emploie en deux endroits le mot *āśmaka* pour désigner l'œuvre d'Āryabhaṭa, plus précisément le k.*ĀryBh*, et celui d'*āśmakīya* pour « ceux de l'*Āśmaka* » ou les partisans du k.*ĀryBh*. Le mot *āśmaka* signifie apparemment « ce qui est de pierre » et s'il n'y avait eu que le premier endroit cela aurait pu être un qualificatif occasionnel entraîné par l'image dans cette eulogie liminaire[3] :

tapobhir āptaṃ sphuṭatantram āśmakaṃ
ciratvam abhyetu jagatsu sadguṇaiḥ /
ciraṃ ca jīvyāsur apetakalmaṣā
bhaṭasya śiṣyā jitarāgaśatravaḥ // I, 3 //

« Qu'il trouve dans l'univers la pérennité qu'il mérite, le traité parfait *Āśmaka* obtenu (par le maître d'une révélation de Brahma (5, 2, 3)) à la suite d'austérités ! Longue vie à (la lignée) des adeptes du maître qui demeurent sans faute et matent la fougue des adversaires ! »

Mais le second endroit indique qu'il s'agit d'une expression déjà connue :

adṛṣṭam anyair idam āśmakīyaiḥ
karma grahāṇāṃ laghutantrasiddham /
saṃcintya śāstrārṇavam āśmakīyam
udghāṭyate tantrarahasyabhūtam // I, 21 //

(1) Govindasvāmin, C. du *Mahābhāskarīya*, *ad* I, 3 ; Śaṅkaranārāyaṇa, C. du *Laghubhāskarīya*, *ad* I, 3.

(2) Le vocable de *śiṣya* surtout, en principe « élève », ne pouvait manquer de faire illusion dans le passé. En l'absence de mention ou repère chronologique on plaçait le *śiṣya* immédiatement après le maître. En littérature astronomique au moins ce mot n'a pas nécessairement le sens étroit « élève » : on verra justement que Bhāskara n'a pu connaître Āryabhaṭa (5, 2, 2). Un exemple encore : Lalla est sans doute un disciple, un adepte d'Āryabhaṭa, mais quatre cents ans le séparent du maître (6, 3, 2).

(3) On aurait pu penser à une mauvaise leçon et à *asmākam*, « notre », de même que Bhāskara dans son commentaire de l'*Āryabhaṭīya* dit souvent *asmākam ācāryaḥ*, « notre maître ». Mais la scansion *āśmaka* est garantie par le mètre, ici une *vaṃśasthā*.

« On peut scruter le flot des traités (de l'école) *āśmakīya:* les autres *āśmakīya* n'ont point vu cette mise en œuvre (pour le calcul) des éléments moyens inhérente au traité court (*i.e.* en k.*ĀryBh*). Voici découvert ce qui constitue le secret du traité. »

Au IXe siècle, Govindasvāmin ne glose pas le terme. C'est bien plus tard, au XVe, qu'on voit chez Parameśvara, dans son commentaire du commentaire de Govindasvāmin, *ad* I, 3 : *aśmaka āryabhaṭaḥ / tena kṛtam āśmakam*, « Āryabhaṭa est aśmaka, son œuvre est appelée āśmaka. » Son successeur Nīlakaṇṭhasomayājin précise l'interprétation ethnogéographique, commentaire *ad Āryabhaṭīya*, II, 1 : Āryabhaṭa y est qualifié d'*aśmakajanapadajāta*, « originaire du pays d'Aśmaka », région d'identification encore très discutée d'ailleurs[1].

Cette explication bien tardive nous paraît surtout très insolite — nous ne voyons pas d'exemple de texte nommé sur un terme ethnique ou géographique — et très insolite aussi, dans ces conditions, le dérivé *āśmakīya*. L'explication ethnogéographique est certainement à rejeter, même si cette autre que nous présumons a besoin de confirmation.

Rappelons le second hémistiche de l'actuel *Āryabhaṭīya*, II, 1 :

āryabhaṭas tv iha nigadati kusumapure 'bhyarcitaṃ jñānam //

On peut voir plus loin tout le commentaire de Bhāskara s'y rapportant (5, 2, 3). Notons ici qu'il glose *Kusumapura* par *Pāṭaliputra*[2], la capitale des Gupta, moderne Patna, capitale de l'État du Bihar et que c'est ainsi qu'on l'avait compris avant la découverte des textes de Bhāskara il y a une quarantaine d'années. D'autre part, rendant *abhyarcita*, « honoré, célébré », par un synonyme, *pūjita*, « objet d'un culte ou *pūjā* », ce qu'il « a entendu dire » signifie que le k.*ĀryBh* a été adopté « par les praticiens qui résident à Kusumapura ». Le passage ci-dessus serait seulement à traduire « Āryabhaṭa énonce ici la doctrine célébrée (et adoptée) à Kusumapura ».

Le sens reconnu d'*abhyarcita* est bien tel. Mais qu'Āryabhaṭa ait pu et voulu assurer d'une célébration de cette sorte, nécessairement sujette à caution, surtout à l'époque d'Āryabhaṭa, nous apparaît tout à fait inadmissible. Chaque mot de son texte a un sens extrêmement précis (4, 3, 7) et il fallait au moins qu'il s'agît d'une célébration officielle, comme par exemple l'adoption du k.*ĀryBh* pour l'établissement du calendrier officiel de la ville ou du royaume.

Mais cela s'ajoutant au mot *āśmaka*, il semble possible d'aller plus loin et de supposer ici une acception technique du mot *abhyarcita:*

(1) Voir D. C. SIRCAR, *Studies in the Geography of Ancient and Medieval India*, Delhi, 1960, pp. 30, 150-159, 215 sq. Ce pays figure dans le schéma pluviométrique de l'*Arthaśāstra*, II, XXIV, 5. Voir R. P. KANGLE, *The Kauṭilīya Arthaśāstra*, II, Bombay, 1963, p. 171, note 5.

(2) Voir par exemple Mithila Sharan PANDEY, *The Historical Geography and Topography of Bihar*, Delhi, 1963, p. 134 sqq.

« honoré d'une décision royale » et donc objet d'une charte, d'une inscription. On peut remarquer notamment cette citation au nom de Vāsiṣṭha dans la *Smṛticandrikā* de Devaṇṇabhaṭṭa[1], où se trouve un mot où l'on voit le même prêverbe avec une racine de même sens :

ṛtvikapurohitācāryamānyeṣv abhyarhiteṣu ca /
kāryaṃ vivedyate yena patraṃ prajñāpanāya tat //

« Est de (la catégorie) promulgation la charte qui porte la décision (royale) en faveur de prêtre officiant, chapelain, maître *(ācārya)*, éminence et (autres personnes) honorées *(abhyarhita)*. »

Ainsi, à considérer aussi le mot *āśmaka*, le texte de l'*Āryabhaṭīya* ou au moins celui du *Daśagītikasūtra* aurait été l'objet d'une inscription sur pierre, voire une inscription rupestre. Il est des exemples de textes honorés de la sorte, jusqu'à de copieux extraits de pièces de théâtre[2].

Ce serait la raison de ces expressions d'*Āśmaka* et *āśmakīya* et celles-ci se seraient déjà trouvées au bord de l'oblivion chez Bhāskara : il les connaissait, mais n'en aurait plus connu l'origine exacte, l'image suggérée de solidité s'y étant substituée avant la disparition des deux expressions.

4, 3, 7. Āryabhaṭa et son œuvre. — Āryabhaṭa mentionne en III, 10 qu'il avait 23 ans révolus à 3600 ans KY, soit — nous pouvons être sûr que cela est à prendre rigoureusement — au 21 mars 499 A.D. Toujours à compter rigoureusement comme il a dû faire, il est né entre mars 475 et mars 476 A.D.

Une fois rappelé que son *iṣṭadevatā* est le Brahman, on a épuisé toutes les informations concernant la biographie de notre auteur.

Par contre, maintenant nous sommes à même de faire valoir son originalité, à bien considérer toute son œuvre, les travaux et l'allant intellectuel dont elle témoigne. En dépit de cette spéculation sur laquelle il reste à dire (4, 3, 8), l'inventaire lui confère une place de choix non seulement dans l'histoire de l'astronomie indienne, mais aussi dans toute l'histoire de l'astronomie ancienne.

Il y a tout d'abord et surtout, bien entendu, ces observations et travaux remarquables que nous venons de découvrir et mesurer (4, 3, 3) et sur lesquels on ne saurait trop insister. Mais il vaut la peine de voir d'autres choses encore, qui, en dépit du laconisme extrême de ce texte, à bien examiner, permettent d'appréhender mieux encore la personnalité et l'originalité de l'auteur et de l'astronome.

Rappelons cette notation numérique en puissances de cent, dont l'emploi eût été désastreux pour la conservation de la donnée numé-

(1) En *Vyavahāra*, I, 14, selon Raj Bali PANDEY, *Indian Palaeography*, 2e éd., Bénarès, 1957, p. 121. Voir P. V. KANE, *History of Dharmaśāstra*, III, Poona, 1946, p. 310.
(2) Raj Bali PANDEY, *ibid.*, p. 148.

rique dans les textes, mais n'en donne pas moins un bon aperçu de la systématique de l'auteur.

Rappelons qu'il a peut-être opéré ce passage de la corde au sinus (4, 3, 6), avant d'examiner cette autre innovation sûrement sienne, le « sinus en minutes de degré », *kalārdhajyā*, I, 10. A exprimer en minutes de degré le radian ou angle que sous-tend l'arc de cercle de longueur égale au rayon,

$$57^o,29578 = 3437',7468,$$

on a l'explication de la base de ce sinus élaboré par Āryabhaṭa. Arrondie à la minute la plus proche, on a

$$\text{SIN } \alpha = 3438' \sin \alpha.$$

Cela décèle une recherche théorique et comporte un intérêt pratique : lorsque l'angle est suffisamment petit — ce qui se présente souvent dans ces travaux astronomiques, notamment dans les équations du centre — si nous pouvons, avec notre sin, confondre l'angle exprimé en radian avec son sinus, $\alpha \simeq \sin \alpha$, avec le présent SIN on a directement l'angle résultant en minutes de degré, il n'est pas besoin de retourner à la table des sinus pour traduire le résultat.

Donnons un exemple, soit à calculer l'équation du centre ε avec l'excentricité $2e = 0{,}0375$, pour une anomalie moyenne de 30°. On a SIN $30^o = 1719'$ et

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \text{ang sin } (2e \sin 30^o) &= 64',46, \\ &\simeq 0{,}0375 \times 1719' &= 64',46. \end{aligned}$$

Enfin, nous pensons achever de convaincre de l'originalité d'Āryabhaṭa en rappelant comment il professe la rotation terrestre et quelles étaient les véritables circonstances du problème en ces temps-là.

Hormis toutes croyances, c'est le problème scientifique qui était difficile, à cause du retard considérable de la physique et de la dynamique sur la connaissance astronomique. Car, en effet, chez le savant, ce n'était point les croyances ou l'anthropocentrisme, mais des arguments strictement physiques qui empêchaient d'adopter une théorie par ailleurs tout à fait séduisante. Arguments malheureux, mais physiques, malencontreux, mais non pas insensés.

Il faut bien voir que Ptolémée[1] non seulement connaît la théorie de la rotation terrestre, mais en mesure bien la valeur pour expliquer complètement et très simplement le mouvement diurne :

Λέληθεν δὲ αὐτοὺς ὅτι τῶν μὲν περὶ τὰ ἄστρα φαινομένων ἕνεκεν οὐδὲν ἂν ἴσως κωλύοι κατά γε τὴν ἁπλουστέραν ἐπιβολὴν τοῦθ' οὕτως ἔχειν ἀπὸ δὲ τῶν περὶ ἡμᾶς αὐτοὺς καὶ τὸν ἀέρα συμπτωμάτων καὶ πάνυ ἂν γελοιότατον ὀφθείη τὸ τοιοῦτον.

« Ils (ceux qui professent la rotation terrestre) ne se rendent pas compte que si, à considérer uniquement les phénomènes astrono-

(1) *Almageste*, I, VI, éd. Halma, p. 19, éd. Heiberg, I, p. 24 ; commentaire de Théon d'Alexandrie, éd. A. Rome, Vatican, 1936, vol. II (*Studi e testi*, 72), p. 432.

miques, rien ne s'oppose à l'adoption d'un modèle aussi simple, c'est en raison de ce qui se passe tout autour de nous (*i.e.* sur terre) et dans les airs que cela se montre tout à fait inacceptable. » Et en raison de la dimension du rayon terrestre Ptolémée invoque la vitesse qu'aurait un point de sa surface (loin du pôle), vitesse surpassant toute vitesse connue. De sorte qu'un projectile ou un oiseau, invinciblement déporté en ouest, ne pourrait se diriger sur l'est, même à supposer que l'atmosphère fût entraînée par la rotation terrestre[1].

Cette théorie de la rotation terrestre empêchée par la dynamique, nous croyons que c'est justement en vertu de son esprit très systématique et de surcroît essentiellement préoccupé du problème d'astronomie, qu'Āryabhaṭa a su se convaincre tout à fait de cette puissante abstraction. Il faut bien considérer la netteté et l'assurance de cette affirmation à laquelle il consacre — dans ce texte plus que tout autre avare de démonstration ou proposition — la totalité du vers IV, 9 :

anulomagatir nausthaḥ paśyaty acalaṃ vilomagaṃ yadvat /
acalāni bhāni tadvat samapaścimagāni laṅkāyām //

« Tout comme d'un bateau en mouvement on voit la montagne se déplacer dans le sens contraire, ainsi vont plein ouest, sous l'équateur, les étoiles tout aussi immobiles. » En sanskrit la comparaison est renforcée par l'emploi aux deux endroits du même mot *acala* qui signifie à la fois « immobile » et « montagne ». Cela souligne la vigueur de l'affirmation, de la conviction d'Āryabhaṭa et l'image montre bien l'évidence qu'avait prise pour lui cette théorie si abstruse alors et ensuite. On remarquera aussi cet exemple de l'extrême précision de l'auteur et du texte : voulant dire « plein ouest », il ne manque pas de préciser « à Laṅkā », c'est-à-dire sous l'équateur.

Après Āryabhaṭa il n'est à notre connaissance aucun auteur ou commentateur, pas même parmi ses thuriféraires, qui ne rejette ou ne déguise son affirmation. Quand ils ne la stigmatisent pas, violemment et, notons-le, sur des arguments physiques aussi, ils s'emploient à contourner ou détourner le propos d'Āryabhaṭa — allant jusqu'à affirmer qu'il ne représente pas son opinion, mais une fausse proposition qu'il a voulu dénoncer — ou même, visiblement, certains ne le comprennent pas du tout. On y mesure et la difficulté de l'abstraction en ces temps et la forte originalité d'Āryabhaṭa.

4, 3, 8. L'élaboration des yuga et l'intention d'Āryabhaṭa. — On a vu que la spéculation n'est pas ici complètement débridée comme devait être l'éventuelle spéculation primitive (4, 3, 5). Mais

(1) On sait aujourd'hui que les différentes forces en jeu ne se soldent pas de cette façon, mais — il est intéressant de le remarquer pour l'histoire des idées — si cette argumentation était inadéquate quantitativement, elle ne l'était pas qualitativement, elle n'était pas inepte : bien que considérablement plus faible qu'on ne pouvait l'imaginer alors, il existe en balistique une déviation sur l'ouest.

qu'elle a été menée à partir d'authentiques travaux astronomiques d'une qualité touchant à la limite des possibilités d'alors (4, 3, 3). On vient de voir l'esprit inventif, systématique et audacieux d'Āryabhaṭa.

Ainsi, maintenant, l'amalgame de connaissance et de fantasmagorie peut encore étonner, mais il ne doit plus surprendre : avec un postulat yuga emprunté ici ou là ou inventé de toutes pièces, Āryabhaṭa s'est mis à la recherche de yuga dans l'astronomie savante dont il mesurait toute la valeur. Et, ne tenant compte que d'observations contemporaines, il a de bonne foi sollicité les constantes de moyens mouvements pour trouver ces yuga. *Ce faisant et puisque c'était à partir d'observations et de travaux aussi soignés qu'il était possible, Āryabhaṭa ne pouvait douter d'avoir atteint les valeurs absolues des constantes, la science définitive, le* siddhānta[1], la marge aléatoire des éléments, moyens d'observations et appareil des longitudes vraies pouvant, à observer encore après la réforme en k.*ĀryBh*, prêter suffisamment à un parti pris bien naturel.

C'est bien ce qu'Āryabhaṭa dit de son œuvre en fin de l'*Āryabhaṭīya*, IV, 49, et, répétons-le, cela a bon poids et grand prix dans ce laconisme des plus étudiés :

sadasajjñānasamudrāt samuddhṛtaṃ devatāprasādena /
sajjñānottamaratnaṃ mayā nimagnaṃ svamatināvā //

« Grâce à Dieu, de l'océan des vraies et fausses connaissances j'ai tiré *à bord de ma propre raison (svamatināvā)* le suprême joyau de la connaissance vraie qui se trouvait au fond ». On ne manquera pas de remarquer, avec l'allusion à une abondante documentation, la netteté avec laquelle Āryabhaṭa revendique ou excipe de sa recherche ou sa responsabilité.

Il faut bien voir que chez Āryabhaṭa la spéculation des yuga a joué le rôle d'un tableau de Mendeleieff malheureux, malheureux parce que préconçu, le rôle d'une théorie scientifique malheureuse, mais conduite avec beaucoup de rigueur et de probité, comme en témoignent maintenant les travaux fins que nous avons été en mesure de déceler (4, 3, 3).

Plus que toute autre la théorie malheureuse avait de quoi stimuler puissamment la recherche ensuite. Nous découvrirons que cela s'est produit de-ci de-là à partir du xe siècle. Mais pendant des siècles et même après le xe, d'infortunés successeurs beaucoup moins doués vont continuer et appareiller à nouveau les yuga, devenus très tôt

(1) Bientôt emprunté à la logique où il désigne l'exposé de la thèse décisive après celui des divers partis, le mot composé *siddhānta* s'est apparemment renforcé dans l'astronomie de yuga avant de faire florès dans la philosophie. Voir le cas où Bhāskara emploie en ce sens le mot *darśana* « point de vue, parti », puis « système philosophique » (5, 2, 3). On notera que le mot *siddhānta* ne figure pas dans le texte d'Āryabhaṭa : ses thuriféraires ont certainement poussé plus loin que lui la certitude d'une science définitive.

une idée reçue, investie de l'inertie afférente et sacralisée de surcroît avec le temps et l'oblitération de l'information historique (5, 4, 1).

Āryabhaṭa est certes responsable de cette spéculation qui grèvera terriblement l'astronomie indienne, comme on verra tout au long. Mais l'astronomie indienne en aurait été délivrée très tôt et aurait pu connaître un essor considérable si elle avait eu ensuite suffisamment d'astronomes aussi doués, aussi soigneux, aussi inventifs et aussi audacieux.

CHAPITRE V

LES VIe ET VIIe SIÈCLES LA CONSÉCRATION DES YUGA ET DE L'ASTRONOMIE

5, 1. — VARĀHAMIHIRA ET LE CANON k.*(PañcS)*, figures 7 et 8

5, 1, 1. Le jeu de bīja sur le k.*(SūryS)*. — Le k.*(PañcS)* ne nous est connu que d'une source unique, la *Pañcasiddhāntikā*, où l'auteur, Varāhamihira (5, 1, 3), après avoir donné les éléments moyens du k.*(SūryS)* (4, 1, 1) les corrige, XVI, 10 et 11, par un jeu de bīja ou émendations (1, 2, 10) qui, s'appliquant aux éléments des planètes, mène au présent canon. Les éléments d'éclipses restent ici les mêmes que dans le canon premier (5, 1, 2).

De la comparaison des leçons des deux manuscrits de ce texte, nous lisons avec les éditeurs Thibaut et Sudhākara Dvivedin, mais en plaçant les deux hémistiches de 11 dans l'ordre qui convient au mètre de l'āryā :

ksepyāḥ svarenduvikalāḥ prativarṣaṃ madhyamakṣitije /
daśadaśa guror viśodhyāḥ śanaiścare sārdhasapta yutāḥ // 10 //
khakhavedenduvikalāḥ śodhyāḥ surapūjitasya madhyāt syuḥ /
pañcābdhayo viśodhyāḥ site budhe khāśvicandrayutāḥ // 11 //

Pour le terme évidemment constant de 1400″ en Jupiter, nous aurions attendu, figures 2 et 3, le signe plus, mais il faut s'en tenir au texte qui donne le signe moins.

L'époque des bīja est 427 śaka, I, 8, soit (1, 2, 6), strictement, 3606 KY du k.*(SūryS)* ou

t_0 : 1317123,0525 KYārdh ou lundi 21 mars 505 A.D. julien 1h 15^m,6 TCUjj et non moins strictement, t est en années du k.*(SūryS)* (4, 1, 2) ou de

$$\frac{1577917800}{4320000} = 365{,}25875 \text{ jours.}$$

Ainsi les éléments du k.*(SūryS)* pour les planètes sont-ils corrigés de :

Mercure : + 120″ *t*,
Vénus : — 45″ *t*,
Mars : + 17″ *t*,
Jupiter : — 1400″ — 10″ *t*,
Saturne : + 7″,5 *t*.

5, 1, 2. Nature du canon. — Si ses éléments sont bien décevants, comme on peut voir, ce canon n'en est pas moins intéressant.

Il résulte bien d'observations, bien entendu postérieures à Āryabhaṭa, mais d'observations certainement trop peu nombreuses et vraisemblablement d'une observation unique pour chaque élément. Il s'agit là d'une réfection assez improvisée et d'un empirisme dont nous aurons confirmation.

Varāhamihira, qui est antérieur à 628 A.D. (5, 1, 3), précise en I, 2 qu'il ne fait que rapporter les émendations préconisées par un ou des maîtres précédents, *pūrvācāryamata :* au cours de la seconde moitié du VIe siècle des astronomes se sont aperçus que les éléments du k.*(SūryS)* présentaient déjà des erreurs sensibles, comme nous pouvons nous en assurer sur les figures 3 et 4. Mais au lieu de procéder à une révision générale de tous les éléments, ils se sont contentés d'ajustements insuffisants et tout empiriques.

On a confirmation de l'empirisme par les deux modifications adventices de l'appareil des longitudes vraies de Mercure et de Vénus, en XVII, 10 et 11a. Par exemple, une fois parvenu à la longitude vraie de Vénus, celle-ci est diminuée du terme constant de 67′ : c'est l'improvisation et le coup de pouce caractérisés.

Quoi qu'il en soit les bīja tendaient à ramener les éléments vers la réalité. Sans parler de Mercure (2, 1, 13), si l'écart en Jupiter est aggravé, du moins avec l'état actuel du texte (5, 1, 1), et celui en Saturne apparemment moins bon, ceux en Vénus et en Mars sont aussi nettement qu'insuffisamment améliorés. Les erreurs des deux moyens mouvements, tout en changeant de signe algébrique, voient leurs valeurs absolues décroître substantiellement du canon premier au canon second.

Surtout, en procédant à ces émendations, ces astronomes se sont trouvés renoncer aux yuga, délibérément ou de fait. Car il apparaît que ces bīja ne peuvent relever non plus de nouveaux yuga. Ainsi, *volens nolens*, le k.*(PañcS)* se trouve être pour nous, après l'apparition des yuga, le premier canon tendant à échapper à leur contrainte, sans y réussir encore.

Dans son ouvrage astronomique Varāhamihira fait une large place au calcul de l'éclipse de soleil. Cependant il prend soin d'annoncer

yat tatparaṃ rahasyaṃ bhramati matir yatra tantrakārāṇām /
tad aham apahāya matsaram asmin vakṣye grahaṃ bhānoḥ // I, 5 //

« Je traiterai ici de l'éclipse de soleil, sans y rien mettre de mon

cru, car c'est l'énigme par excellence où la théorie diverge passablement d'un auteur de traité à l'autre[1]. »

Si l'explication et la cosmographie des éclipses constituait la pièce maîtresse de cette astronomie savante (5, 4, 2) et si celle-ci pouvait se distinguer dans la prévision des éclipses de lune, nous savons bien que la prévision de l'éclipse de soleil[2] ne pouvait manquer d'être extrêmement aléatoire avec les données de l'astronomie ancienne, beaucoup trop rudimentaires à cet égard.

Or il faut remarquer justement que dans la seconde moitié du VIe siècle l'Inde, en particulier l'Inde du Nord, notamment du Gujarāt au Bengale, s'est trouvée sillonnée par les lignes de centralité d'une impressionnante série d'éclipses de soleil. Soit, toutes ces dates étant en A.D. julien et en repérant sommairement la ligne de centralité[3] :

Éclipse	totale	du 6 février	547,	Gujarāt-Népal,
—	annulaire	du 24 novembre	550,	Gujarāt-Bengale,
—	annulaire	du 21 mai	551,	Kerala-Ceylan,
—	annulaire	du 19 avril	562,	Gujarāt-Sud du Bengale,
—	totale	du 1er août	566,	Gujarāt-Sud du Bengale,
—	totale	du 19 mars	573,	Mysore-Sud du Bengale,
—	annulaire	du 12 septembre	573,	Rājasthān-Sud du Bengale,
—	annulaire	du 25 décembre	577,	Gujarāt-Sud du Bengale,
—	annulaire	du 31 mai	588,	Kerala-Sud du Bengale.

Cette abondante série d'éclipses de soleil tout à fait exceptionnelle a certainement accumulé les preuves de la difficulté du problème pour lors. Dans son propos Varāhamihira ferait donc allusion non pas aux grands canons qu'il relate dans son ouvrage, mais à divers auteurs qui au long de cette série se seront risqués à des tentatives successivement malheureuses. Et cela explique peut-être pourquoi dans le présent canon il ne se trouve pas d'émendations pour les éléments d'éclipses (1, 2, 12).

Ainsi le k.*(PañcS)* constitue un cas très particulier et unique de réfection de canon. Bien entendu, comme on peut voir sur ses figures, étant donné l'empirisme et le caractère isolé de l'observation seconde,

(1) Ce passage est à rapprocher de celui de l'Almageste où Ptolémée, qui ne traite d'aucune observation d'éclipse de soleil (2, 2, 6), dit, en VI, x, éd. Halma, I, p. 435 : ἑξῆς δὲ τὴν τῶν ἡλιακῶν ἐκλείψεων διάκρισιν κατασκελεστέραν οὖσαν διὰ τὰς παραλλάξεις τῆς σελήνης ποιησόμεθα τὸν τρόπον τοῦτον, « Voici maintenant la méthode que nous proposons pour la détermination des éclipses de soleil, détermination qui ne laisse pas d'être bien tâtonnante en raison des parallaxes de la Lune. »

(2) Selon que l'éclipse, de lune ou de soleil, se produit avant ou après le temps prévu, il s'ensuit deux pronostics astrologiques, *Bṛhatsaṃhitā*, V, 24. Au vers suivant l'assurance de Varāhamihira quant à la prévision alors moderne des éclipses, s'applique sans aucun doute à la seule éclipse de lune.

(3) OPPOLZER, *Canon der Finsternisse*, cartes 84-86.

la statistique ne peut nous renseigner sur le présent canon, qui ne fait que reproduire la datation du canon premier avec une moyenne et un écart-type plus ou moins relâché :

		A.D.	σ'	
k.*(SūryS)*	(11111 01101)	: 512,1 ±3,6	3',7	(4, 3, 3)
k.*(PañcS)*	(11111 01101)	: 511,5 ±4,1	3',9	
k.*(SūryS)*	(01000 01101)	: 510,1 ±2,3	1',3	(4, 3, 3)
k.*(PañcS)*	(01000 01101)	: 492,0 ±6,3	1',3	
k.*(SūryS)*	(01000 01100)	: 510,6 ±2,7	1',5	(4, 3, 3)
k.*(PañcS)*	(01000 01100)	: 490,3 ±6,8	1',4	

5, 1, 3. Varāhamihira et le « Siddhānta du Soleil ». — Varāhamihira ne livre pas d'indication sur son époque dans aucun de ses ouvrages. Nommé par Brahmagupta dans le *Brāhmasphuṭasiddhānta*, en XXI, 39, daté de 628 A.D., il doit être d'autre part assez éloigné d'Āryabhaṭa, en raison des émendations que de surcroît il tient de prédécesseurs (5, 1, 2) et en raison, sans doute, de la série d'éclipses de soleil. Faute de mieux, nous imaginons que son activité se place sur la fin de la seconde moitié du VIe siècle[1].

Outre cet ouvrage astronomique, Varāhamihira est l'auteur célèbre d'ouvrages astrologiques qui n'ont cessé de faire autorité : la *Bṛhatsaṃhitā*, le *Bṛhajjātaka*, le *Laghujātaka* et la *Yogayātrā*. Il mentionne qu'originaire d'un bourg appelé Kāpitthaka, il fut instruit ès astronomie-astrologie par son père nommé Ādityadāsa et résidait dans l'Avanti ou région d'Ujjayinī, du moins lorsqu'il écrivit le *Bṛhajjātaka*, XXVIII, 9.

Surtout, Varāhamihira est de la religion solaire. Au point que cet écrivain du meilleur sanskrit[2] présente un nom qui comporte le nom iranien du Soleil, *mihira*, vieux perse *mithra*, fait tout à fait insolite dans la librairie sanskrite. En tête de ses ouvrages il invoque le Soleil et le nom de son père doit être traduit, Ādityadāsa est « Serviteur du Soleil ».

On sait que le culte solaire était prospère en Inde en ces siècles[3]. Rappelons que justement en fin du VIe s. le roi Prabhākaravardhana, père de Harṣa, est un dévot du Soleil, *ādityabhakta*, et signalons que son astrologue est lui-même un *bhojaka*[4], c'est-à-dire un officiant de temple du Soleil[5].

(1) Selon une citation qui apparaît dans les publications du siècle dernier, mais dont on n'a toujours pas retrouvé la source — voir Śaṅkar Bālkṛṣṇ DIKṢIT, *Bhāratīy jyotiṣ*, traduction hindī, p. 292 sqq. — Varāhamihira serait mort en 509 śaka ou 587 A.D. L'information n'est pas seulement suspecte, elle serait insolite.

(2) A. B. KEITH, *A history of sanskrit literature*, p. 532 sqq.

(3) L. DE LA VALLÉE POUSSIN, *Dynasties et histoire de l'Inde depuis Kanishka...*, Paris, 1935, p. 348 sqq.

(4) BĀṆA, *Harṣacarita*, IV. Éd. de Trivandrum, 1958 (*TSS* 187), p. 178 et 186.

(5) Cf. *Bhaviṣyapurāṇa*, *passim* et en particulier I, CXVII, 5, selon éd. Veṅkaṭeśvar Press, 1959.

C'est ainsi que Varāhamihira nomme le k.*(SūryS)* ou le k.*(PañcS)* *Ārka*°, *Sāvitra*° ou *Sūryasiddhānta*, c'est-à-dire, de toutes façons, le « Siddhānta du Soleil ». Ici il n'est dit nulle part que le Soleil a révélé l'un ou l'autre de ces ensembles d'éléments astronomiques, mais il n'en reste pas moins que nous trouvons cette œuvre d'Āryabhaṭa ou son très proche succédané ainsi démarqué en milieu de culte solaire et très certainement faisant carrière hors de là sans plus trace du nom de l'auteur du canon et des travaux astronomiques.

On aperçoit plus encore. Varāhamihira connaît au moins l'existence d'Āryabhaṭa, passage déjà cité (4, 3, 4) : il appert que s'il avait hérité de quelque information indirecte situant l'époque des bīja tout près de l'époque authentique du k.*(SūryS)* (4, 3, 3), il ne savait pas que le k.*(SūryS)* était l'œuvre d'Āryabhaṭa. Il y avait beau temps déjà que pour beaucoup cela était devenu sous cette forme le « Siddhānta du Soleil ».

Il faut signaler qu'en raison des époques et des procédés d'exposition très différents d'un formulaire astronomique à l'autre, l'identité de canon (1, 2, 5) n'était pas immédiatement manifeste et sans la mise en œuvre des données numériques cette identité pouvait fort bien passer complètement inaperçue. Comme cela s'est produit d'ailleurs jusqu'ici dans les études sur l'astronomie indienne.

5, 2. — BHĀSKARA, DISCIPLE D'ĀRYABHAṬA

A défaut d'apporter autant à la connaissance de l'auteur et de l'œuvre qu'il prône, Bhāskara nous apprend beaucoup sur ce qui s'est passé au cours des cent ans qui le séparent du Maître. Nous commencerons par examiner l'un de ces apports, car il permet de situer enfin avec certitude l'époque de Bhāskara. Son commentaire de l'*Āryabhaṭīya* étant inédit et ce passage constituant aussi un intéressant article en ce qui concerne l'histoire des yuga, il nous faut produire tout ce texte qui figure *ad* I, 7 et ce sera par la même occasion un bon exemple du propos et de la manière de cet auteur et de ce genre de discussion.

5, 2, 1. Une ampliation des yuga d'Āryabhaṭa. — En donnant en I, 7 les longitudes des nœuds et des *mandocca* (1, 3, 4) des planètes, Āryabhaṭa a inséré un mot, *gatvā*, « (bien que) se déplaçant », avant d'énumérer les *aṃśaka* ou degrés de leurs positions; ainsi se trouve dans le texte un passage en *gatvāṃśakān*. De toute évidence, dans le laconisme aussi précis qu'étudié, cela signifie qu'il attribue un ou des mouvements à ces éléments — ce qu'il tenait à noter —, mais que ce ou ces mouvements sont si infimes qu'on peut considérer lesdites positions comme invariables. Il semble qu'Āryabhaṭa a arrêté ici son entreprise et n'a pas fait entrer ce ou ces mouvements infimes dans le jeu de ses yuga.

Il faut rappeler aussi IV, 2 a :

tārāgrahendupātā bhramanty ajasram apamaṇḍale 'rkaś ca /

« Les nœuds des planètes et de la Lune se déplacent continûment sur l'écliptique de même que le Soleil. »

Au cours d'une évolution que nous mesurerons plus loin (5, 4, 1) avec les superfétations des yuga et l'élaboration d'autres canons d'où émerge le *Brāhmasphuṭasiddhānta* de Brahmagupta (5, 3, 1), bien des auteurs se sont institués censeurs de l'œuvre d'Āryabhaṭa et, entre autres, se sont saisis de ce *gatvāṃśakān* pour y dénoncer une de ces inadéquations et, au général, y alimenter une des querelles de mots. Comme on peut voir en *Brāhmasphuṭasiddhānta*, XI, 8 a :

āryāṣṭaśate « pātā bhramanti » daśagītike sthirāḥ pātāḥ /

Brahmagupta reprend les termes mêmes de IV, 2, « Dans le (texte des) 108 āryā « les nœuds se déplacent » et dans le *Daśagītika(sūtra)* ils sont invariables ». On remarquera au passage la certaine mauvaise foi qui est toujours de mise de part et d'autre dans ces diatribes.

Bhāskara s'emploie à justifier le maître et commence par dénier le propos de la partie adverse[1] :

anyathā hy ayaṃ nirdeśa eva na ghaṭate / gatvāṃśakān iti (/) yady eteṣāṃ grahapātānāṃ candrapātavad yugabhagaṇanirdeśaḥ kim ity ācāryeṇa na kriyate / anyac ca yady eteṣāṃ gatiḥ syāt (/) grahavikṣepā na sphuṭā bhaveyuḥ (/) atyantasūkṣmaiṣāṃ gatir mahatā kālena kiyaty apy upacīyate / tayoḥ[2] *stokatvād antarasya vikṣepāḥ sphuṭā eva lakṣyante* /

ācāryeṇa gatimattvaṃ pātān nirdiśatā teṣāṃ gatir api nirdiṣṭaiva / yasmād iṅgitena nimiṣitena mahatā vā sūtrabaddhenācāryeṇābhiprāyā lakṣyante / yasmād anenaiva sūtrabaddhena grahapātānāṃ[3] *gatimattvam upadiśatā teṣāṃ yugabhagaṇān muktakād eva nirdiṣṭavān / anyathā hi teṣāṃ gatimattvanirdeśo 'narthakaḥ syāt / saṃpradāyāvicchedāt / smaranti vṛddhās tadyugabhagaṇam / tad yathā*

vasvabdhiyamāśvikhabāṇādrīṣuhutāśano yugābdagaṇaḥ /
pātānāṃ śataguṇito muktakakathitaṃ kila bhaṭena[4] // (1) //
ekatridvicaturiṣūn[5] *kramaśo bhagaṇān prayānti sarveṣām* /
kalpāder gatakālād gaṇanīyam ato gatis teṣām // (2) //

tadānayanam idānīṃ kalpāder adyanirodhād ayam abdarāśir itīritaḥ /

(1) Ce passage, ainsi que la totalité du commentaire du *Daśagītika*, ne repose que sur un seul des deux manuscrits du Kerala. On n'a pas signalé les fautes de copie trop évidentes.

(2) Ms. : *tatos stoka*°.

(3) Ms. : *gatipātānāṃ*.

(4) Le manuscrit a *kilācāryeṇa* qui contrevient au mètre. Les six autres vers sont également en āryā.

(5) Ms. : *ekadvitricatur*°, nécessairement une malencontreuse remise en ordre d'un copiste.

khāgnyadrirāmārkarasavasurandhrendavaḥ / te cāṅkair api 1986123730 (/) asmin budhādipātabhagaṇaguṇite svayugavibhakte bhagaṇādayaḥ pātabhogā labhyante / pātayugapramāṇaṃ sarveṣām eva khākāśāṣṭakṛtadvidvivyomeṣvadrīṣuvahnayaḥ / aṅkair api 35750224800 (/) etair yugavarṣair budhasya pāto bhagaṇam ekaṃ bhuṅkte / śukrasya trīṇi (/) kujasya dvau (/) guroś catvāraḥ / śanipātaḥ pañca / eteṣāṃ yathāsvaṃ labdhvā pātabhāgā yathāpaṭhitāḥ / etad eva guruśanaiścarayor ekā tatparā labhyate / ...

atha kim iti mandoccagatir nābhihitā / ucyate / sūkṣmatvād ācāryasya nātrādaraḥ (/) mahatāpi kālena na kiṃcid evātrāntaraṃ bhavati / api ca muktakenaivācāryeṇābhihitam iti saṃpradāyāvicchedād avadhāryate /

athavā gatvāṃśakān savitrādīnāṃ mandoccāni vyavasthitānīti vyākhyāyate / anyathā hi tathāśabdaḥ sārthako na syāt / yathā budhādīnāṃ prathamapātā nādīn aṃśakān gatvā vyavasthitāḥ / evam eteṣāṃ savitrādīnāṃ mandoccāni dvādīn aṃśakān gatvā vyavasthitānīti (/) teṣāṃ ca mandoccānām atyantasūkṣmatvāt (/) varṣagaṇenaivācāryeṇa yad ākhyātaṃ tad evāpy avicchinnasaṃpradāyapratipattyābhidhīyate / tad yathā

aṣṭikṛtādryaṣṭinaveśābdayugaṃ tigmadīdhiter uccam[1] /
daśaghanaguṇitair abdair viśvān bhuṅkte kramād bhagaṇān // (3) //
dantāṣṭābdhyagniguṇāṣṭarāmayamalā yugaṃ bhavaty abdāḥ /
śataguṇitāḥ śaśijasya prāhur bhagaṇāṃś ca saptaiva // (4) //
vyomāmbaravedakṛtacchidrābdhikṛtābdhinandaśailābdāḥ[2] /
śukrasyārdhaṃ sūrer bhagaṇo bhogas tayor ekaḥ // (5) //
vyomāmbaraśūnyakṛtāśvirudraśaraśailavasumunīndusamāḥ /
asitoccayugaṃ kujasya tad dvigunaṃ bhagaṇanaveṣavaḥ[3] // (6) //
kalpādikālaguṇitā mandoccānāṃ bhavanti yā gatayaḥ /
gatvāśabdād etā[4] *vyākhyātā bhāskareṇātra* // (7) //

tad yathā / mandocc(ānām) ānayanaṃ praty eteṣāṃ kalpāder adyanirodhād gatakālaḥ khāgnyadrirāmārkarasavasurandhrendavaḥ (/) te ca 1986123730 (/) eteṣu varṣeṣu yathāsvaṃ mandoccabhagaṇaguṇiteṣu svayugābdavibhakteṣu ravyādīnāṃ mandoccānāṃ rāśibhāgādayo labhyante / eteṣām api kaliyugānte 'py alpam antaram / yataś ca śanaiścarasyāpi saptamātrā liptā mandoccasyopacayaḥ / na ca kaścit phalaviśeṣaḥ / yathā pituḥ śāstrasaṃpradāyāvicchittikathane grahapāteṣūktam / tad atrāpy avadhāraṇīyam iti //

« Il n'est pas vrai que l'expression *gatvāṃśakān* constitue une inconséquence. On demande pourquoi le maître n'a pas donné les

(1) Ms. : °*aṣṭinavājer uccayugaṃ tigmadīdhiter uktam*/ De toutes façons le nombre est certain, comme on peut voir plus loin.
(2) La gémination °*kṛtacchidra*° est garantie par le mètre, L. Renou, *Grammaire sanscrite*, § 8.
(3) Ms. : °*yugaṃ kaujād dviguṇo bhaganaveṣavas tu tayoḥ*/
(4) Ms. : *etat vyā*°.

yugabhagaṇa des nœuds des planètes comme il a fait pour le nœud de la Lune? On demande, d'autre part, comment les latitudes des planètes peuvent être exactes si ces nœuds ont un mouvement? C'est parce que leur mouvement est extrêmement faible et que même sur un temps très long il reste tout à fait insignifiant. L'écart entre (la position donnée dans le *Daśagītikasūtra* et la position calculée) est si faible que les latitudes des planètes n'en sont pas affectées.

« De plus, en indiquant que les nœuds ont un mouvement, le maître a bel et bien indiqué par là même quel est ce mouvement. La valeur de ce mouvement est impliquée en effet dans ce (vers du *Daśagītika*)*sūtra* où se trouve tout ce que le maître voulait dire. En effet ce vers est bel et bien un *muktaka* — ou vers absolument autonome et complet en soi — par lequel il a donné les yugabhagaṇa des nœuds du fait même qu'il mentionne qu'ils ont un mouvement. Il n'est donc pas vrai (non plus) que la mention de leur mouvement soit dépourvue de sens. (On le sait) de tradition ininterrompue et les gens âgés se souviennent de leur yugabhagaṇa. Ainsi (pouvons-nous formuler)

> « On rapporte que 357502248 multiplié par 100 est le nombre d'années du yuga des nœuds indiqué par le maître dans ce (vers de caractère) muktaka. » // (1) //
>
> « (Sur cette période) les nœuds (des planètes dans l'ordre de I, 7, soit Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne) font respectivement 1, 3, 2, 4, 5 révolutions complètes. De sorte que la position est à calculer sur le temps écoulé depuis le début du kalpa (où tous les nœuds ascendants se trouvaient à l'origine des longitudes.) » // (2) //

« Pour procéder au calcul, voici le nombre d'années écoulées depuis le début du (présent) kalpa jusqu'aujourd'hui : (1986123730 en symboles numériques), soit, en chiffres, 1986123730. Ce nombre multiplié par le nombre de révolutions propre à chacun et divisé par le yuga propre (aux nœuds) donne la position du nœud en tours, signes, degrés, etc. La valeur de yuga commune à tous les nœuds est de (35750224800 en symboles numériques) ou, en chiffres, 35750224800. Pendant cette période le nœud de Mercure fait une révolution, Vénus trois, Mars deux, Jupiter quatre, Saturne cinq. En divisant comme il convient on a les degrés des nœuds stipulés (en I, 7, à très peu près). C'est ainsi que pour Jupiter et Saturne (où les mouvements sont les plus importants) on obtient (seulement) une tierce de degré (de plus que les positions données en ce vers I, 7)... »

« Maintenant, demande-t-on pourquoi le mouvement des mandocca n'est pas précisé ici? On répondra (tout d'abord) qu'il est si faible que le maître n'en tient pas compte, car même sur un temps très

long cela ne fait absolument aucune différence avec (les positions données) ici. De plus (ici aussi) la constante tradition garantit que le maître a justement précisé ce mouvement dans ce même muktaka.

« En effet, il faut comprendre (ici aussi) que c'est après avoir parcouru tant de degrés que les mandocca du Soleil et autres se trouvent à telles positions. Il n'est donc pas vrai que le mot *tathā* (du second hémistiche de I, 7) n'a pas de sens. De même que les nœuds de Mercure et autres sont à 20°, etc., bien que mobiles, il en est de même pour les mandocca du Soleil et autres, qui au cours de leur mouvement se trouvent à 78°, etc., en raison de la petitesse extrême (du mouvement) des mandocca. Le témoignage de la tradition ininterrompue garantit aussi, justement, que le maître a impliqué (en I, 7) un nombre d'années bien déterminé. Ainsi (pouvons-nous formuler à la suite)

« En un nombre d'années égal à 119167416 multiplié par le cube de 10, le mandocca du Soleil parcourt 13 révolutions complètes. » // (3) //

« Soit un yuga de 238334832 ans, en 100 fois plus d'années celui de Mercure fait 7 révolutions. » // (4) //

« Ceux de Vénus et de Jupiter font une révolution, le premier en 7944494400 ans, le second en la moitié. » // (5) //

« Ceux de Saturne et de Mars font 59 révolutions, le premier en un yuga de 178751124000 ans, le second en deux fois plus de temps. » // (6) //

« Ces mouvements qui sont à multiplier par le temps écoulé depuis le début du kalpa, Bhāskara les expose ici tels qu'ils résultent de ce mot *gatvā*. » // (7) //

« Ainsi, pour calculer ces mandocca (en la présente année), voici le temps écoulé depuis le début du kalpa jusqu'aujourd'hui : (1986123730 en symboles numériques), soit 1986123730. Ce nombre d'années multiplié par le nombre de révolutions respectif et divisé par son yuga propre en années on obtient les signes, degrés, etc., des mandocca du Soleil et autres. A propos de ceux-ci également, même à la fin du Kaliyuga, cela ne fait que peu d'écart (avec les positions données en I, 7). C'est ainsi (qu'à la fin du Kaliyuga) même pour Saturne (où le mouvement est le moins lent) l'écart sur la position du mandocca ne monte qu'à sept minutes de degré (de plus que la position donnée en I, 7). (C'est dire qu') il n'y a aucun effet sensible. (Et tout) cela aussi (concernant les mandocca) est aussi bien garanti que ce qui a été dit à propos des nœuds des planètes et repose également sur la constante tradition de la discipline que je tiens de mon père. »

Relevons tout de suite la mention qui permet de situer l'époque de Bhāskara en révélant celle de ce commentaire. Elle figure par deux fois et montre qu'il se trouvait alors à 1986123730 ans écoulés du kalpa : le Kaliyuga se situant à 1986120000 ans du kalpa (4, 3, 5),

Bhāskara a rédigé ou commencé à rédiger son commentaire en 3730 KY écoulé, c'est-à-dire en 629 A.D. ou plus précisément entre le 22 mars 629 et le 22 mars 630 A.D.

Cela dit, il est de fait qu'avec les valeurs données par Bhāskara et au début du kalpa une conjonction absolument générale à l'origine des longitudes, on retrouve toutes les positions des nœuds et des mandocca (4, 2, 2) données en *Āryabhaṭīya*, I, 7, en prenant pour temps les années du kalpa à 499 A.D. Soit A = 1986123600, on a bien

	NŒUD ASCENDANT	MANDOCCA
Soleil.......		$\frac{13A \times 360^\circ}{119167416000} = 78^\circ$
Mercure.....	$\frac{A \times 360^\circ}{35750224800} = 20^\circ$	$\frac{7A \times 360^\circ}{23833483200} = 210^\circ$
Vénus......	$\frac{3A \times 360^\circ}{35750224800} = 60^\circ$	$\frac{A \times 360^\circ}{7944494400} = 90^\circ$
Mars.......	$\frac{2A \times 360^\circ}{35750224800} = 40^\circ$	$\frac{59A \times 360^\circ}{2 \times 178751124000} = 118^\circ$
Jupiter.....	$\frac{4A \times 360^\circ}{35750224800} = 80^\circ$	$\frac{2A \times 360^\circ}{7944494400} = 180^\circ$
Saturne	$\frac{5A \times 360^\circ}{35750224800} = 100^\circ$	$\frac{59A \times 360^\circ}{178751124000} = 236^\circ$

Pour 629 A.D. on trouve en effet :

Nœud ascendant de Jupiter : 80° 0′ 0″ 1‴,13
Nœud ascendant de Saturne : 100° 0′ 0″ 1‴,41

et à la fin de l'actuel kaliyuga ou à 1987200000 ans du kalpa :

Mandocca de Saturne : 236° 7′,67.

Maintenant, est-ce à dire que ces yuga sont bien d'Āryabhaṭa? Nous pensons que non. Car ils ne s'ajusteraient que sur d'énormes multiples du kalpa — par exemple le yuga des nœuds, 35750224800 ans = 8,209836... kalpa — et il nous semble bien qu'Āryabhaṭa leur eût donné une autre facture, cela était d'autant plus facile qu'ici on se trouve assez loin d'une signification physique, et à notre avis il n'eût pas manqué de mentionner cela plus explicitement.

Il est beaucoup plus probable que ce sont ses disciples qui se sont posé le problème à la suite des critiques formulées à l'encontre de l'œuvre du maître. Ils se seront persuadés que le maître avait certainement impliqué ces mouvements dans son jeu de yuga. Il apparaît

toutefois que cette tradition orale invoquée par Bhāskara se limitait à cette conviction : de son aveu même, en (7), c'est Bhāskara qui a pris l'initiative

1° de poser qu'en raison de la mention *gatvā* le vers I, 7 est un muktaka et contient par conséquent toutes les données du mouvement de ces éléments;

2° de joindre ces éléments à la conjonction générale à l'origine des longitudes au début du kalpa;

3° de chercher enfin les nombres satisfaisant à celle-ci et aux positions données en I, 7, prises pour 3600 KY ou 499 A.D.

5, 2, 2. Époque de Bhāskara et chronologie de ses ouvrages. — A divers égards il est important de pouvoir situer exactement l'époque de cet auteur (5, 2, 1). On pouvait le supposer au temps où nous le trouvons, mais ce n'était qu'une présomption invérifiable et nous savions seulement qu'il n'avait pas connu personnellement Āryabhaṭa — comme l'avait bien démontré M. Kupanna Sastri[1] — et qu'il était antérieur aux commentateurs Govindasvāmin et Pṛthūdakasvāmin, tous deux du IXe siècle (4, 1, 1).

Les trois ouvrages de Bhāskara offrent une chronologie relative qui permet de tirer le meilleur parti de ce repère absolu et permet de confirmer résolument un fait assez intéressant de l'histoire des textes à cette époque.

Mentionnons tout d'abord que les dénominations courantes de (I) *Mahābhāskarīya*, le « Grand (ouvrage) de Bhāskara » et (II) *Laghubhāskarīya*, le « Petit... », tout comme *Āryabhaṭīya* (4, 3, 6), ne sont pas et ne pouvaient être les titres originaux. Bhāskara nomme I le *Karmanibandha*, « Corps de procédures », en VIII, 24, ainsi que dans le commentaire de l'*Āryabhaṭīya*. L'ouvrage II se présente comme le *Samāsakarmanibandha*, VIII, 29, le compendium, *samāsa*, du premier et destiné à ceux qu'effraient les gros ouvrages : il est visiblement postérieur à I.

Dans le commentaire de l'*Āryabhaṭīya* que Bhāskara écrit ou commence d'écrire en 629 A.D., il nomme et cite copieusement le *Karmanibandha*, *ad* III, 10; III, 21. On a ainsi, très certainement, même pour II, l'ordre suivant :

I. *Karmanibandha*, alias *Mahābhāskarīya*, assez avant 629 et en tout cas, comme on va voir, avant 628 A.D.;

II. *Samāsakarmanibandha*, alias *Laghubhāskarīya*, vraisemblablement plus proche de I que de III;

III. Le commentaire de l'*Āryabhaṭīya* entrepris, sinon achevé en 629 A.D.

(1) T. S. KUPPANNA SASTRI, éd. du *Mahābhaskarīya*, Madras, 1957, introd., p. XIII sq.

Dans son *Brāhmasphuṭasiddhānta* daté de 628, au chapitre XI, intitulé *tantraparīkṣā*, « Examen des traités », et où les critiques visent essentiellement Āryabhaṭa, Brahmagupta dénonce des propositions qui ne se trouvent pas dans l'œuvre de cet auteur et des erreurs qui ne sont manifestement pas de son fait. Pṛthūdakasvāmin, au IXe siècle, dans son commentaire de l'ouvrage[1] en fait la remarque et conjecture, par exemple *ad* XI, 26 : ... *tasmād āryabhaṭasya nāyaṃ doṣaḥ / bhāskarādīnām eva bhavatu / tair na budhas tadabhiprāyaḥ /* « ... ainsi cette erreur n'incombe pas à Āryabhaṭa. Elle doit provenir de Bhāskara ou d'autres qui n'auront pas compris ce qu'il voulait dire. »

Que Pṛthūdakasvāmin ait connu ou non l'époque de Bhāskara, nous savons maintenant que sa remarque est chronologiquement recevable et que pratiquement il est plus que probable que Brahmagupta critique Āryabhaṭa à travers son thuriféraire Bhāskara et plus précisément sur le *Mahābhāskarīya*, qui de plus peut être sensiblement antérieur à 628.

Nous croyons pouvoir ajouter autre chose : si Bhāskara entreprend en 629 le commentaire de l'*Āryabhaṭīya*, c'est certainement pour répondre indirectement aux attaques anonymes de l'ouvrage de Brahmagupta. Si Bhāskara n'y nomme ni ne cite celui-ci ni son ouvrage, c'est que pareillement ce serait faire trop d'honneur à l'adversaire contemporain.

Par exemple, commentaire *ad* I, 3, Bhāskara mentionne que *anye punar anyathā manyante*, « d'autres, derechef, professent erronément » 71 yuga au manu et 1000 yuga au kalpa, tout comme chez Brahmagupta (5, 3. 7). Il est vrai que la citation anonyme qui accompagne n'est pas une āryā de Brahmagupta, mais un śloka qui peut provenir d'un devancier de ce dernier.

Par exemple encore, ce doit être pourquoi Bhāskara élabore ou achève d'élaborer les yuga des nœuds et des mandocca (5, 2, 1).

5, 2, 3. Le propos du thuriféraire. — Remarquons tout d'abord que Bhāskara n'est pas un astronome, mais ce genre d'auteur que l'on peut appeler effectivement le calculateur (2, 3, 3). Dans ses deux ouvrages personnels, il déploie surtout de multiples modes opératoires et en particulier fait un usage intensif d'équations indéterminées pour des problèmes bien dépourvus d'intérêt astronomique à nos yeux. Ceci témoigne sans doute de l'assimilation de cette mathématique et cela prépare les tables de fonctions particulières qui apparaissent avec le f.638 d'Indochine et le f.665 du *Khaṇḍakhādyaka* (4, 1, 3).

Surtout, tout à fait acquis à une science définitive et à l'entière autorité d'Āryabhaṭa, Bhāskara n'a bien certainement jamais procédé à aucune observation astronomique. Non seulement, ainsi

(1) Ce commentaire est inédit, mais Sudhākara Dvivedin en a reproduit quelques extraits dans son propre commentaire accompagnant son édition du *Brāhmasphuṭasiddhānta*. Voir aussi T. S. KUPPANNA SASTRI, *op. cit.*, introd., p. XVI sq.

éloigné du maître, il ne propose aucun bīja, mais encore il repoussait de haut, certainement, ceux que d'aucuns proposaient et la notion même d'émendation, comme on peut voir, *Laghubhāskarīya*, I, 2 :

kāle mahati deśe vā sphuṭārthaṃ yasya darśanam /
jayaty āryabhaṭaḥ so 'bdhiprāntaprollaṅghisadyaśaḥ //

Pour la scansion, sans doute, Bhāskara emploie le mot *darśana* pour *siddhānta* (4, 3, 8, note). « Son darśana ne laisse pas d'être exact depuis si longtemps et en quelque lieu (qu'on le transporte en latitude et différents méridiens). Victoire à Āryabhaṭa, celui dont la juste renommée a touché l'autre rivage des océans ! » Or nous savons maintenant que dès avant notre auteur des astronomes avaient déjà surpris la détérioration des éléments astronomiques du maître (5, 1, 2)

Bhāskara loue fort le maître, ainsi encore, commentaire *ad* I, A : *ācāryo gaṇitakālakriyāgolātiśayajñānodadhipārago vitsabhām avagāhyāryabhaṭas trīṇi (ni)gadati*, « Āryabhaṭa est le maître qui ayant atteint les confins et le tréfonds de l'océan de la connaissance ultime de la mathématique, de la cinématique et de la sphérique, a délivré les trois au monde savant ». On voit dans le commentaire qu'il dispose d'une abondante documentation, de bon nombre de textes qui ne nous sont pas parvenus et qu'il utilise parfois avec sagacité, quand il ne s'attarde pas sur un point plus ou moins oiseux ou futile.

Surtout, Bhāskara est de ces thuriféraires qui en dépit de leur documentation et de tout ce qu'ils savent bien, tout en reconduisant tout aveuglément ce qu'il eût fallu amender ou abandonner, simultanément et en toute bonne foi certainement, préparent l'oblitération de la partie capitale de l'œuvre du maître. Avec ce commentaire nous avons la chance de pouvoir saisir le raisonnement et la psychologie d'un processus qui a joué un rôle particulièrement important dans l'astronomie indienne. Voyons comment Bhāskara se pose une question primordiale et comment il y répond, *ad* I, B :

atha katham asyātīndriyānāṃ sphuṭagrahagatyarthānāṃ prādurbhāvaḥ / brahmaṇaḥ prasāden(ety e)vam anuśrūyate / anenācāryeṇa mahadbhis tapobhir brahmārādhitaḥ / ato 'sya tatprasādena sphuṭagrahagatyarthānāṃ prādurbhāva iti /

« Comment a-t-il pu parvenir à cette connaissance des données intrinsèques des mouvements célestes qui transcende les possibilités humaines, si ce n'est, comme il est bien mentionné (dans l'*Āryabhaṭīya*), « par la grâce de Brahma ». Le maître aura propicié Brahma par de considérables austérités et ayant obtenu sa grâce c'est ainsi qu'il lui est venu la connaissance des données intrinsèques des mouvements célestes ». Bhāskara exploite le « grâce à Dieu » — il a d'ailleurs une leçon « grâce à Brahma » — du vers IV, 49 de l'*Āryabhaṭīya*[1] où

(1) Le texte du commentaire est incomplet et s'arrête au cours de la partie *ad* IV, 6, mais Bhāskara cite le vers IV, 49 dans le commentaire *ad* I, B et l'on voit qu'il y lit *brahmaṇaḥ prasādena* au lieu de *devatāprasādena* de la vulgate (4, 3, 8). Au demeurant, l'*iṣṭadevatā* d'Āryabhaṭa était l'abstraction du *Brahman* (p. 88, 90, 93) et non pas le dieu *Brahma* auquel Bhāskara pense visiblement.

justement Āryabhaṭa énonce très clairement la disposition intellectuelle de son entreprise aussi scientifique que malheureuse (4, 3, 8), ainsi que nous avons pu le mesurer très précisément (4, 3, 3). Au demeurant Bhāskara atteste un peu plus loin, après quelques digressions :

athānye manyante jyotiṣām udayamadhyāstamay(ādīn) dṛṣṭvā pratyakṣānumānābhyāṃ paricchidya svadhīviracitam iti |

« Sans doute certains opinent qu'il a œuvré de par sa propre intelligence, en observant les astres au lever, à la culmination et au coucher (héliaques), etc., confrontant observations et inductions ». Notons bien au passage l'existence de gens lucides et très certainement d'auteurs très mal représentés dans la littérature astronomique parvenue jusqu'à nous.

Mais Bhāskara motive sa conviction :

grahagativaicitryaṃ gaṇite na caikarūpā gatir anumīyate | *tasmād ayam āgamo brahmaṇaḥ prasādād ācāryeṇādhigata iti* |

« Les mouvements des graha sont tellement inextricables qu'on n'en saurait mesurer chacun d'eux par l'astronomie : c'est dire que le maître n'a pu parvenir à cette science que par la grâce de Brahma. »
La complexité invoquée est essentiellement constituée de l'enchevêtrement dans le mouvement apparent des planètes du mouvement propre et du mouvement relatif ou synodique. Notre auteur se dit qu'il n'est décidément pas possible que le maître ait isolé l'un de l'autre par des travaux astronomiques. Par exemple encore, pour illustrer ladite complexité, il s'exclame :

sūryagrahaṇam apy akṣadeśāntaravaśāt kvacit khaṇḍaṃ kvacit sakalam |

« Et l'éclipse de soleil ! Ici partielle et là totale, à cause des différences de latitude et longitude géographiques ! »

Ainsi Āryabhaṭa n'a-t-il pu parvenir à cette science que par la grâce de Brahma, alias Svayaṃbhu, son œuvre représentant donc l'authentique « siddhānta de Brahma » ou *Svāyaṃbhuvasiddhānta* (5, 3, 8). Nous croyons deviner qu'il y a aussi chez Bhāskara le souci d'asseoir l'autorité du canon qu'il prône sous le patronage qu'il sait être capital en milieu profondément religieux, mythicole, un patronage déjà institué d'ailleurs par des démarquages apocalyptiques de l'œuvre d'Āryabhaṭa plus ou moins modifiée (5, 3, 8).
Ainsi l'on peut voir comment le thuriféraire se trouve malgré tout faciliter lui-même, voire inaugurer la sacralisation qu'on mesurera totale ailleurs, en d'autres milieux et dès avant notre auteur (5, 3, 8).
Notons ici à quel point Bhāskara, qui dispose de bon nombre de textes anciens, ne voit dans l'astronomie que l'œuvre d'Āryabhaṭa. Même en tenant compte du parti pris de l'adepte et de l'outrance du thuriféraire, c'est une confirmation du rôle capital de cette œuvre dans l'astronomie indienne.

Il appert que Bhāskara ne connaissait pas la *Pañcasiddhāntikā* de Varāhamihira (5, 1). Dans le commentaire *ad* II, 1, à propos du k.*ĀryBh* « honoré à Kusumapura » (4, 3, 6), il écrit, qualifiant celui-ci de *Svāyaṃbhuvasiddhānta*, le « Siddhānta de Svayaṃbhu (= Brahma) » :

kusumapuraṃ pāṭalīputram | ... | evam anuśrūyate | ayaṃ kila svāyaṃbhuvasiddhāntaḥ kusumapuranivāsibhiḥ kṛtibhiḥ pūjitaḥ | satsv api pauliśaromakavāsiṣṭhasauryeṣu | tenāha kusumapure 'bhyarcitam jñānam iti |

« Kusumapura est Pāṭalīputra ... Il est relaté que ce Svāyaṃbhuvasiddhānta est honoré (utilisé) par les praticiens de Kusumapura, au lieu des Pauliśa°, Romaka°, Vāsiṣṭha° et Saurya° et c'est pour cela qu'il mentionne que « cette connaissance est célébrée à Kusumapura. » »

Or nous savons par la *Pañcasiddhāntikā* que ce Pitāmahasiddhānta, Pitāmaha = Brahma, n'est que la toute petite et archaïque astronomie du primitif calendrier luni-solaire. Là il est impossible que Bhāskara se soit mépris, il n'avait pas l'ouvrage de Varāhamihira et du même coup aura ignoré que ce « Siddhānta du Soleil », *Saurya°* (5, 1, 3) recelait l'*ārdharātrikavidhi* ou k.*(SūryS)* du maître.

5, 3. — BRAHMAGUPTA ET LE CANON k.*BrSphS*, figures 9 et 10

5, 3, 1. Brahmagupta et ses ouvrages. — Brahmagupta donne un ensemble d'informations sur lui-même[1]. Fils de Jiṣṇu, śivaïte, il livre son *Brāhmasphuṭasiddhānta* en 550 śaka ou 628 A.D., à l'âge de trente ans, sous le règne de Vyāghramukha, qui illustre la dynastie Cāpa. Brahmagupta est donc né en 598 A.D.

Au témoignage d'une inscription, ce même roi a été vaincu par le roi du Dekhan Pulakeśin II en 634 A.D.[2] et les historiens placent la capitale de la dynastie Cāpa à Bhillamāla, actuelle Bhīnmāl, dans le Sud-Ouest de l'actuel État du Rājasthān[3].

On a également de Brahmagupta le *Khaṇḍakhādyaka* dont on a déjà vu qu'il est un karaṇa où formulaire du k.*(SūryS)* sur une époque de 665 A.D. (4, 1, 1) (4, 3, 2). Cet ouvrage apparaît témoigner que Brahmagupta avait constaté lui-même la médiocrité du k.*BrSphS* de son *Brāhmasphuṭasiddhānta* (5, 3, 5) et il atteste en tout cas la vogue du k.*(SūryS)* en plein VIIe siècle (5, 3, 6).

On a enfin sous le nom de Brahmagupta un autre karaṇa, très court et sur une époque de 628 A.D., le *Dhyānagrahopadeśādhyāya*,

(1) *Brāhmasphuṭasiddhānta*, I, 1-2 ; XXIV, 7-8 ; *Dhyānagrahopadeśādhyāya*, 72.
(2) Voir par exemple L. DE LA VALLÉE POUSSIN, *Dyn. et hist. ...*, p. 117.
(3) Voir entre autres B. C. LAW, *Historical geography of ancient India*, p. 311.

que nous n'avons pas encore analysé, qui présente ces tables de fonctions particulières à chaque planète et, si l'ouvrage est de 628, pour la première fois (4, 1, 3). A première vue ce karaṇa propose des éléments légèrement différents de ceux du k.*BrSphS*.

5, 3, 2. Les sources du canon. — Une fois de plus c'est un canon qui nous est rapporté en de multiples sources :

— BRAHMAGUPTA, *Brāhmasphuṭasiddhānta*, le texte original daté de 628 A.D. Par la richissime ressource de cette philologie assistée, nous pouvons déclarer que les actuels vers I, 59 et 60 ne sont pas de Brahmagupta et que leur intrusion dans son texte date du XIe siècle au plus tôt. Ces deux vers portent le jeu d'émendations qui mènent au k.$BrSphS_2$ (6, 5, 2). Mentionnons que leur intrusion a pu être toute fortuite, les deux vers ayant figuré au milieu de la partie d'un commentaire *ad* I, 58 avant de passer au cours des copies pour partie du texte de Brahmagupta;

— BHOJA, *Rājamṛgāṅka*, formulaire sur l'époque dimanche 21 février 1042 A.D. 6h TCUjj ou 1513234 KYaud. Avant d'y appliquer le jeu d'émendations menant au k.$BrSphS_2$, l'auteur décrit les éléments du présent canon;

— ŚRĪPATI, milieu du XIe siècle, *Siddhāntaśekhara.* Ce siddhānta (1, 2, 7) expose tout le présent canon avant de passer pareillement au k.$BrSphS_2$. On a le commentaire de MAKKIBHAṬṬA, du XIVe siècle, qui nous est parvenu incomplet;

— BHĀSKARĀCĀRYA, *Siddhāntaśiromaṇi*, texte daté de 1150 A.D. Ce siddhānta reproduit le canon de Brahmagupta dans les mêmes conditions que le texte précédent. Outre l'auto-commentaire de Bhāskarācārya, on dispose des commentaires de GAṆEŚA, fils de Keśava, et de MUNĪŚVARA, tous deux du XVIIe siècle;

— Enfin le démarquage apocalyptique (1, 2, 8) qui sous le titre de *Pitāmahasiddhānta* figure dans le *Viṣṇudharmottarapurāṇa*, II, CLXVIII-CLXXIV[1], où Puṣkara relate comment Brahma a révélé au muni ou sage Bhṛgu ... le canon de Brahmagupta. On n'y trouve point les émendations, de sorte que ce démarquage pourrait être antérieur au XIe s. et remonter plus haut encore, sans dépasser toutefois 628 A.D.

5, 3, 3. Les éléments. — Le k.*BrSphS* est audayika ou « en lever », c'est-à-dire que le Kaliyuga est le moment KYaud (1, 2, 9). Mais cette fois, en raison d'une superfétation des yuga qu'on verra (5, 3, 7), à ce Kaliyuga seuls les Soleil et Lune sont en conjonction par leurs moyens mouvements au point origine des longitudes. Les planètes

(1) Selon l'édition Veṅkaṭeśvar Press, Bombay, 1912, folios 295-299. Le texte a été édité avec d'autres textes astronomiques de la même sorte par Vindhyeśvarīprasāda Dvivedin, *Jyautiṣasiddhāntasaṃgraha*, fasc. II, Bénarès, 1917, pp. 1-24.

moyennes, par exemple, sont seulement au voisinage immédiat de ce point.

En bref, il est plus commode dans le tableau des éléments de présenter ceux-ci sur l'époque du début du présent kalpa, c'est-à-dire ici 1972944000 ans avant l'époque KYaud ou plus précisément sur le

t_0 : —720634442715 jours KYaud.

k.*BrSphS*	£ En révolutions	ϖ' En révolutions	2e Mandaparidhi	ρ Śīghraparidhi
Soleil........	4320000000 t'	480 t'	$\frac{13+\frac{2}{3}}{360} = 0{,}0380$	
Lune.........	57753300000 t'	488105858 t'	$\frac{31{,}6}{360} = 0{,}0878$	
Nœud........	-232311168 t'			
Mercure......	17936998984 t'	332 t'	$\frac{38}{360} = 0{,}1056$	$\frac{132}{360} = 0{,}3667$
Vénus........	7022389492 t'	653 t'	$\frac{11}{360} - \frac{2}{360}\,\lvert\sin x\rvert$	$\frac{258}{360} + \frac{5}{360}\,\lvert\sin\theta\rvert$
Mars.........	2296828522 t'	292 t'	$\frac{70}{360} = 0{,}1944$	$\frac{243+\frac{2}{3}}{360} = 0{,}6769$
Jupiter.......	364226455 t'	855 t'	$\frac{33}{360} = 0{,}0917$	$\frac{68}{360} = 0{,}1889$
Saturne......	146567298 t'	41 t'	$\frac{30}{360} = 0{,}0833$	$\frac{35}{360} = 0{,}0972$
t_0 : -720634442715 KYaud,	t en jours,	$t' = t\,/\,1577916450000$		

Ainsi, dans ce système de yuga le moment KYaud se situe à 0,4567 du présent kalpa. Le kalpa comprenant 1577916450000 jours pour 4320000000 années. De sorte qu'au moment KYaud les longitudes moyennes et les mandocca prennent les valeurs suivantes :

	Long. moyenne	Mandocca
Soleil	: nulle	$0^r{,}216 = 77^\circ{,}76$
Lune	: nulle	$0^r{,}3486 = 125^\circ{,}496$
Nœud	: $0^r{,}5744 = 206^\circ{,}784$	
Mercure	: $0^r{,}9928 = 357^\circ{,}408$	$0^r{,}6244 = 224^\circ{,}784$
Vénus	: $0^r{,}9964 = 358^\circ{,}704$	$0^r{,}2251 = 81^\circ{,}036$
Mars	: $0^r{,}9974 = 359^\circ{,}064$	$0^r{,}3564 = 128^\circ{,}304$
Jupiter	: $0^r{,}9985 = 359^\circ{,}46$	$0^r{,}4785 = 172^\circ{,}26$
Saturne	: $0^r{,}9966 = 358^\circ{,}776$	$0^r{,}7247 = 260^\circ{,}892$

En ce qui concerne Saturne et seulement pour ses mandocca, mandaparidhi et śīghraparidhi, le k.*BrSphS*$_2$ présente ici ou là, d'un texte à l'autre, une valeur différente de celles du k.*BrSphS* qui figurent dans le présent tableau.

On trouve en Vénus un couple de ces excentricités variables de la sorte qu'on a déjà vue en k.*ĀryBh* (4, 2, 2).

5, 3, 4. L'appareil des longitudes vraies. — Pour le Soleil et la Lune nous nous contenterons de la procédure que concède Brahmagupta « dans la pratique », *saṃvyavahārārtham*, en II, 32, et qui correspond à la formule habituelle :

$$£ = £ - \text{ang sin } [2e \sin (£ - \varpi')].$$

En effet, dans les vers qui précèdent celui-là, Brahmagupta institue un étrange traitement dont il se targue en 31 : les 2e du Soleil et de la Lune s'y trouvent varier en fonction de l'angle au méridien. On va voir dans le calcul de la longitude vraie de Mars un autre exemple encore de l'empirisme qui a présidé à l'élaboration de ces éléments et se voit d'autre part, au général, dans les figures 9 et 10.

Sauf pour Vénus, il y a retour aux excentricités constantes du k.*(SūryS)* (4, 1, 2) et, sauf pour Mars, les premières fonctions μ et σ ne sont plus dédoublées en α et β.

On a pour **Mercure, Jupiter** et **Saturne** :

$$\alpha = M - \text{ang sin } [2e \sin (M - \varpi')],$$

$$\beta = \alpha + \text{ang tang} \left(\frac{\rho \sin (S - \alpha)}{1 + \rho \cos (S - \alpha)} \right),$$

$$\gamma = M - \text{ang sin } [2e \sin (\beta - \varpi')],$$

$$£ = \gamma + \text{ang tang} \left(\frac{\rho \sin (S - \gamma)}{1 + \rho \cos (S - \gamma)} \right).$$

Pour **Vénus** :

$$\alpha = M - \text{ang sin } ([\chi + \chi' \mid \sin (M - \varpi') \mid] \sin (M - \varpi')),$$

$$\beta = \alpha + \text{ang tang} \left(\frac{\sin (S - \alpha)}{\dfrac{1}{\psi + \psi' \mid \sin (S - \alpha) \mid} + \cos (S - \alpha)} \right),$$

$$\gamma = M - \text{ang sin } ([\chi + \chi' \mid \sin (\beta - \varpi') \mid] \sin (\beta - \varpi')),$$

$$£ = \gamma + \text{ang tang} \left(\frac{\sin (S - \gamma)}{\dfrac{1}{\psi + \psi' \mid \sin (S - \gamma) \mid} + \cos (S - \gamma)} \right).$$

Enfin pour **Mars** :

Le mandocca et le ρ varient directement en fonction de S — M.

Soit φ un angle tel que

$$
\begin{array}{lll}
\text{si } 0^\circ < (S - M) < 45^\circ, & \varphi = S - M, \\
45^\circ < (S - M) < 90^\circ, & = 90^\circ - (S - M), \\
90^\circ < (S - M) < 135^\circ, & = S - M - 90^\circ, \\
135^\circ < (S - M) < 180^\circ, & = 180^\circ - (S - M), \\
180^\circ < (S - M) < 225^\circ, & = S - M - 180^\circ, \\
225^\circ < (S - M) < 270^\circ, & = 270^\circ - (S - M), \\
270^\circ < (S - M) < 315^\circ, & = S - M - 270^\circ, \\
315^\circ < (S - M) < 360^\circ, & = 360^\circ - (S - M).
\end{array}
$$

On a le *sphuṭamandocca* ϖ'' :

$$\text{si } 270^\circ < (S - M) < 90^\circ, \quad \varpi'' = \varpi' + \left(6^\circ + \frac{2}{3}\right)\sqrt{2}\sin\varphi,$$

$$90^\circ < (S - M) < 270^\circ, \quad = \varpi' - \left(6^\circ + \frac{2}{3}\right)\sqrt{2}\sin\varphi,$$

et le *sphuṭaśīghraparidhi* $\rho' = \rho - \left(6^\circ + \frac{2}{3}\right)\frac{\sqrt{2}}{360}\sin\varphi.$

$$\alpha = M - \tfrac{1}{2} \text{ ang sin } [2e \sin (M - \varpi'')],$$

$$\beta = \alpha + \tfrac{1}{2} \text{ ang tang } \left(\frac{\rho' \sin (S - \alpha)}{1 + \rho' \cos (S - \alpha)}\right),$$

$$\gamma = M - \text{ang sin } [2e \sin (\beta - \varpi'')],$$

$$£ = \gamma + \text{ang tang } \left(\frac{\rho' \sin (S - \gamma)}{1 + \rho' \cos (S - \gamma)}\right).$$

5, 3, 5. La statistique des écarts. — Il suffit de comparer les figures 9 et 10 aux figures correspondantes des k.*(SūryS)* et k.*ĀryBh* pour saisir d'un coup toute la différence qui est entre Āryabhaṭa et Brahmagupta. C'est ici l'une des convergences les plus grossières que l'on trouvera dans l'inventaire des canons indiens. On remarquera les σ' de la liste suivante en comparaison de la statistique des canons d'Āryabhaṭa.

Voici les divers essais auxquels on peut validement procéder :

	N°	k.*BrSphS*	A.D.	σ'
Ensemble des éléments	1	(11111 01111)	: 562,8 ± 27,3	28',6
	2	(11111 01110)	: 572,5 ± 17,7	18',4
	3	(11101 01110)	: 560,0 ± 12,9	12',7
	4	(01111 01111)	: 560,5 ± 50,3	30',5
	5	(01111 01110)	: 570,5 ± 32,3	19',8
	6	(01111 01100)	: 564,9 ± 25,9	17',1

Éléments des planètes	7 (11000 01111)	: 538,4	± 27,5	25′,7
	8 (11000 01110)	: 555,2	± 14,3	13′,3
	9 (11000 01100)	: 560,0	± 10,0	9′,1
	10 (01000 01110)	: 538,2	± 24,4	13′,7
	11 (01000 01100)	: 537,8	± 0,9	0′,5
	12 (00000 01110)	: 533,9	± 28,8	15′,5
Éléments d'éclipses	13 (11111 00000)	: 586,5	± 18,0	15′,7
	14 (11101 00000)	: 572,4	± 8,8	7′,1

La statistique ne nous en livre pas moins cette leçon : ce canon révèle des observations nettement antérieures à Brahmagupta, au moins en ce qui concerne les planètes. L'époque de Brahmagupta est décidément trop loin en « queue de droite » des gaussiennes 3, 10, 11, 14. En aménageant plus ou moins les yuga d'un devancier pour parvenir au système qu'on verra (5, 3, 7), il a modelé, au moins en ce qui concerne les planètes, le canon du devancier qui ressort malgré tout à l'épreuve des éléments du k.*BrSphS*. Voir en Vénus et Mars, s'il en était besoin, tout ce que le devancier doit à Āryabhaṭa.

Cela est beaucoup moins net quant à l'ensemble des éléments d'éclipses. Car il y a ici, comme souvent, une certaine disparate et nous devons considérer que nous tombons sur le seuil ou le douteux.

De sorte que

— Ou bien le canon sous-jacent était composite. Dans la mesure où l'on peut juger de ce canon à travers celui-ci et sans faire trop de cas de la gaussienne 11, avec des éléments planétaires remontant vers le milieu du VIe siècle, ce canon composite daterait de la fin du même siècle;

— Ou bien les éléments d'éclipses, y compris l'équinoxe, ont bien été œuvrées par Brahmagupta, qui les aura tirés d'observations peu soignées ou d'une éclipse isolée, les assortissant d'improvisations de détail.

Nous penchons pour cette dernière éventualité. Brahmagupta a dû procéder à des observations, il insiste à maintes reprises sur l'accord de l'observation et du calcul. Rappelons par exemple cette vigoureuse critique de deux prédécesseurs :

anayor na kadācid api grahaṇādiṣu bhavati dṛṣṭigaṇitaikyam /
yad bhavati tad ghuṇākṣaram ato 'sphuṭābhyāṃ kim etābhyām // XI, 51 //

« Avec ces deux-là jamais il n'y a d'accord de l'observation et du calcul dans les éclipses ou autres (phénomènes). Quand cela se produit, c'est (tout aussi fortuit que) les lettres (que semblent former les mangeures) de vers. C'est dire s'ils sont incorrects. »

Il n'en reste pas moins que dans cet accord Brahmagupta a montré peu d'exigences, au contraire d'Āryabhaṭa.

5, 3, 6. La vogue du k.*(SūryS)* **au VIIe siècle.** — Brahmagupta s'est-il aperçu par la suite de la grossièreté de son canon? S'est-il déconsidéré à la mesure de son assurance dans la prévision d'éclipses? Car c'est là et seulement là que le public pouvait juger l'astronome ou l'astrologue qui pratiquait son siddhānta ou son karaṇa (1, 2, 12). Ou le k.*(SūryS)* a-t-il bénéficié dans ce domaine d'un ou plusieurs de ces succès fortuits au cours de ce siècle? Ou est-ce sous l'empire d'une mode encore plus fortuite?

Toujours est-il qu'il est frappant de voir Brahmagupta rédiger sur le tard, avec le *Khaṇḍakhādyaka*, un formulaire d'un canon de cet Āryabhaṭa qu'il avait tant vilipendé, de façon proprement extraordinaire, dans le *Brāhmasphuṭasiddhānta*. Même s'il en avait profité pour y glisser les deux bīja (6, 1, 1), il fallait que le k.*(SūryS)* fût décidément en vogue encore vers 665 A.D.

Cette vogue de ce canon est attestée dès avant, vers 638. Mentionnons qu'il ne saurait faire de doute que les versions indochinoises du f.638 (4, 1, 1) relèvent d'un karaṇa sanskrit disparu, mais qui était nécessairement sur cette époque (1, 2, 6).

5, 3, 7. Les yuga de Brahmagupta. — On a déjà vu (5, 3, 3) que les mandocca — et de même les pāta ou nœuds qui ne nous intéressent pas ici (1, 3, 3) — sont dans ce canon astreints aux yuga de même que les autres éléments et de la manière que Bhāskara s'est efforcé de faire rétroactivement pour le k.*ĀryBh* (5, 2, 1).

De la sorte le kalpa, ici de 4320000000 ans, est délimité par deux conjonctions non seulement de la totalité des éléments, mais — puisque les mandocca eux-mêmes sont de la conjonction — par deux conjonctions parfaites *en longitude vraie* cette fois, *Brāhmasphuṭasiddhānta*, I, 14, et assorties chacune d'une éclipse de soleil non moins parfaite à 6h sonnant à Laṅkā. C'est pour cela qu'il a fallu sacrifier un peu (5, 3, 3) la dernière conjonction générale en longitude moyenne en —3101 A.D. (1, 2, 9).

Maintenant, I, 7-8, les 4320000 années constituent le *caturyuga*, « (l'ensemble des) quatre yuga », où les kṛta°, tretā°, dvāpara° et kaliyuga se répartissent inégalement les années selon la progression

$$\frac{4}{10}+\frac{3}{10}+\frac{2}{10}+\frac{1}{10}=1,$$

Le kṛtayuga	: 1728000 années
tretāyuga	: 1296000
dvāparayuga	: 864000
kaliyuga	: 432000
Le caturyuga	: 4320000 années

Ici, I, 10, le manu comprend 71 caturyuga. Mais entre deux manu il est une période de transition ou *(manu)saṃdhi* équivalant à 4/10 de caturyuga. Le kalpa est constitué de 14 manu ou 71 × 14 = 994 catur-

yuga, auxquels s'ajoutent 14+1 = 15 saṃdhi ou 6 caturyuga, soit au total 1000 caturyuga ou 4320000000 années.

Ce kalpa comprend 1582236450000 jours sidéraux, desquels il suffit de soustraire les 4320000000 révolutions du Soleil pour avoir les *kudivasa* ou « jours terrestres » ou jours civils, I, 22, soit

$$\begin{array}{r} 1582236450000 \\ -\quad 4320000000 \\ \hline \end{array}$$

Le kalpa : 1577916450000 jours.

Depuis le début du présent kalpa, c'est-à-dire depuis la dernière conjonction générale en longitude vraie, jusqu'au moment origine de l'ère śaka en 78 A.D., il s'est écoulé de la première moitié du kalpa, 6 manu, 27 caturyuga, les trois premiers yuga d'un caturyuga et 3179 ans, soit au total 1972947179 ans, I, 26-27 :

6 manu	:	1840320000 années
7 manusaṃdhi	:	12096000
27 caturyuga	:	116640000
1 kṛtayuga	:	1728000
1 tretāyuga	:	1296000
1 dvāparayuga	:	864000
		1972944000 ou 0,4567 kalpa (5, 3, 3)
		3179
		1972947179 années

$$\text{L'année vaut ici } \frac{1577916450}{4320000} = 365{,}2584375 \text{ jours}$$

et le 0 śaka correspond ici, strictement, à

1161156,5728125 KYaud ou lundi 16 mars 78 A.D. julien 19h 44m 51s TCUjj.

C'est le lieu de dire combien l'historien de l'astronomie indienne et l'astronome moderne sont excusables de n'avoir pas soupçonné la réalité astronomique gisant malgré tout sous cet édifice fantastique, même dans la présente superfétation du fantastique, quelle que soit la médiocrité des travaux de Brahmagupta.

5, 3, 8. Le propos de Brahmagupta. — Maintenant il faut voir comment Brahmagupta introduit son canon et son *Brāhmasphuṭa-siddhānta*, I, 2. Il désigne ses sources et en indique la nature, tout à fait révélatrice pour nous qui savons maintenant la toute fraîche antiquité de telles sources :

brahmoktaṃ grahagaṇitaṃ mahatā kālena yac chlathībhūtam |
abhidhīyate sphuṭaṃ taj jiṣṇusutabrahmaguptena ||

« Brahmagupta, fils de Jiṣṇu, (je) livre la connaissance astronomique absolue que révéla Brahma et qui s'était détériorée au cours des temps. »

On voit l'assurance de Brahmagupta et comment il y est venu : il s'est abusé et a œuvré sur des textes apocalyptiques (1, 2, 8) qui présentaient déjà le système de yuga astronomiques d'Āryabhaṭa comme *brahmokta* « révélé par Brahma », les accommodant déjà, sans doute, d'une partie des superfétations comme les yuga inégaux qu'on vient de voir.

Cette révélation est évidemment déjà plus qu'antique, elle est de temps immémorial. Il n'est pas étonnant que sa teneur se soit abîmée dans les textes au cours des temps, qui donnait évidemment la connaissance absolue de l'astronomie, *grahagaṇita*, la mathématique des astres. Brahmagupta s'est donc employé à rechercher l'authentique siddhānta révélé par Brahma, en appareillant à nouveau les yuga d'un canon du VIe siècle qui avait appareillé à nouveau les yuga d'Āryabhaṭa (5, 3, 5), mais qui était déjà ou avait subi déjà le démarquage apocalyptique.

On mesurera que Brahmagupta est d'une bonne foi nécessairement aussi entière que celle d'Āryabhaṭa, sinon de la même compétence, du même soin, du même esprit (4, 3, 8).

Ces textes apocalyptiques ont très certainement commencé de fleurir aussitôt après les publications d'Āryabhaṭa. En tout cas leur existence au début du VIIe siècle est attestée encore par Bhāskara, commentaire de l'*Āryabhaṭīya ad* II, 1, qui les fait même remonter avant Āryabhaṭa — ce que nous ne ferons pas — pour justifier que le maître se nomme dans le second hémistiche rappelé ailleurs (4, 3, 6) :

āryabhaṭa iti svasaṃjñābhidhānenānyāḥ svāyaṃbhuvasiddhāntānusāriṇyaḥ kṛtayaḥ santīty etat pradarśayati / tena bahutvāt svāyaṃbhuvasiddhāntānusāriṇīnāṃ kṛtīnāṃ keneyaṃ kṛtiḥ kṛteti na jñāyate / ataḥ svasaṃjñābhidhānaṃ yathā kauṭilyena kṛtaṃ śāstram iti /

En n'oubliant pas que Brahma et Svayaṃbhu ne font qu'un et que pour Bhāskara l'authentique « siddhānta de Svayaṃbhu » a été directement révélé à Āryabhaṭa par Brahma (5, 2, 3) : « Le fait qu'il mentionne son nom, *Āryabhaṭa*, montre qu'il y avait déjà d'autres ouvrages se réclamant du siddhānta de Svayaṃbhu. En effet, combien y a-t-il de ces ouvrages qui se réclament du siddhānta de Svayaṃbhu et dont on ne sait par qui ils ont été composés! C'est pourquoi il mentionne son nom comme (a fait Kauṭilya dans son *Arthaśāstra*[1] :) « ce traité a été composé par Kauṭilya. » »

Ces ouvrages n'étaient pas seulement anonymes, on voit que c'étaient des apocalyptiques, comme ceux qui nous sont parvenus, comme celui qui justement, hormis quelques bourdes, constitue un pillage pur et simple de ces présents canon et ouvrage de Brahmagupta datés et signés (5, 3, 2) : on y voit le muni ou sage Bhṛgu demander au Seigneur *carācaraguru*, « maître de toutes choses et de tous êtres », de révéler l'astronomie et la mathématique nécessaire à cet effet.

(1) I, I, 19, éd. R. P. Kangle, Bombay, 1960.

tam uvāca śrībhagavān / śṛṇu vatsa gaṇitajñānam / anādinidhana-kālaḥ prajāpatir viṣṇuḥ / tasya grahagatyanusāreṇa jñānaṃ gaṇitam /

« Le Seigneur lui dit : « Voici, mon fils, la science mathématique. Viṣṇu est le Prajāpati éternel. C'est de Lui que procède la mathématique qui rend compte du cours des astres. » » Et suivent les éléments et procédures du k.*BrSphS*.

5, 4. — L'INSTITUTION DE L'ASTRONOMIE INDIENNE

5, 4, 1. Diffusion et sacralisation de l'astronomie en Inde. — A notre avis, quelle que soit la source qui a pu l'inspirer, c'est Āryabhaṭa qui a créé en Inde les yuga astronomiques (4, 3, 5). Pour le moins, dans l'état actuel de la documentation, tout ce que nous avons se présente de cette manière et c'est l'hypothèse contraire qui serait toute gratuite.

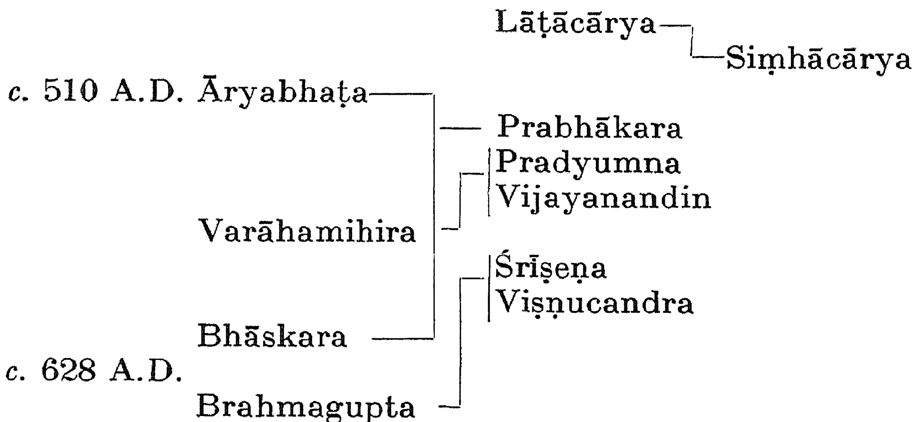
Pour ne citer qu'un exemple, considérons la revue des traités du *Brāhmasphuṭasiddhānta*, XI, ou *tantraparīkṣā* qui s'annonce ainsi :

ye 'jñānapaṭalaruddhadṛśo 'nyaṃ brāhmād vadanti siddhāntam /
teṣām yugādibhede ye doṣās tān pravakṣyāmi // 1 //

« Je vais dire ce qui fait les tares des autres yuga et autres (données) de ceux qui, par la cécité volontaire du faux savoir, professent un siddhānta autre que celui de Brahma (*i.e.* le k.*BrSphS*). »

Brahmagupta y éprouve le besoin de faire un sort à la toute petite astronomie du primitif calendrier luni-solaire, ainsi qu'à un texte de nature délirante, de cosmologie religieuse, jaina, qui nous est parvenue et présente comme il le dit deux soleils et deux lunes. C'est dire que s'il avait eu connaissance de yuga astronomiques antérieurs à ceux d'Āryabhaṭa, il n'eût pas manqué de les ranger au banc d'infamie.

Voici la chronologie relative des noms d'auteurs de l'astronomie qui apparaissent chez Varāhamihira, Bhāskara et Brahmagupta, elle est seulement probable là où l'on manque de terminus :



A leur apparition l'œuvre magistrale d'Āryabhaṭa, sa science hautaine et l'audacieuse théorie n'ont touché qu'un tout petit milieu de premiers spécialistes indiens. A cette époque la connaissance astronomique était encore tout à fait marginale, entièrement à l'extérieur de la pensée indienne, étrangère à l'intelligentsia indienne. Ce qui aura permis ou pour le moins facilité la prompte éclosion des textes apocalyptiques (5, 3, 8).

Dans la seconde moitié du VIe siècle, avec l'œuvre de Varāhamihira, nous croyons voir que le spécialiste a maintenant un auditoire. Mais pour celui-ci l'astronomie savante et ses aboutissants cosmographiques sont encore très abstrus, quand ils ne heurtent pas de surcroît les idées reçues d'une façon encore inadmissible. Dans le chapitre XV de la *Pañcasiddhāntikā*, d'ailleurs intitulé *Jyautiṣopaniṣad*, « l'upaniṣad[1] de l'astronomie » ou, par un à peu près, « les prodigieux et difficiles aboutissants de l'astronomie » — et sans parler encore de l'affaire des éclipses (5, 4, 2) —, on voit par exemple que l'astronome s'adresse à des interlocuteurs qui ne comprennent pas qu'au pôle il ne peut y avoir de points cardinaux, qui ne comprennent pas qu'il est absurde de dire que le point de l'horizon où perce l'extrémité supérieure du soleil puisse y définir quand même une direction, qui ne comprennent pas que le jour y dépend uniquement de la déclinaison du soleil et dure six mois au lieu de vingt-quatre heures, 11-13.

Or le compromis théologico-scientifique qu'on va voir chez Brahmagupta (5, 4, 5) est la preuve qu'en 628 ces difficultés sont complètement surmontées et oubliées, au point que même la cosmographie des éclipses est parfaitement conforme aux Écritures : l'astronomie est maintenant tout à fait au dedans de la pensée indienne et pour l'intelligentsia elle est déjà indienne de tout temps, tout comme les yuga (5, 3, 8). C'est le phénomène de l'immémorialisation.

Il y a plus encore. En 628 on voit Brahmagupta s'appuyer sur les Écritures de la smṛti et en particulier, *Brāhmasphuṭasiddhānta*, I, 9, 28, XI, 10, il est en mesure de déclarer que les yuga(pāda) égaux d'Āryabhaṭa sont contraires aux Écritures : pour le moins il y a lieu de suspecter à ces endroits de la smṛti, comme ceux de la *Manusmṛti*, des interpolations ou — en cas d'une primitive spéculation yuga de type verbal (4, 3, 5) — des accommodations sous l'influence des siddhānta apocalyptiques du VIe siècle.

C'est le bulletin de naissance de l'astronomie au milieu de la pensée et de l'usage indiens en date du VIe siècle A.D. Et la date est résolument confirmée en Inde extérieure : c'est au début du VIIe siècle qu'apparaissent au Cambodge, avec la première inscription datée sur une ère, l'ère śaka des astronomes, le signe du zodiaque, le *lagna* ou « ascendant », dès 612 A.D.[2], le décan et les symboles numériques du texte astronomique indien (1, 2, 4), dès 614 A.D.[3], les horoscopes

(1) Voir *L'Inde classique*, I, § 590.
(2) Inscription K. 600, G. Cœdès, *Inscriptions du Cambodge (IC)*, II, p. 21, du vendredi 21 janvier 612 A.D. julien.
(3) K. 1028, encore inédite, du lundi 21 octobre 614 A.D. julien.

complets, dès 624 A.D.[1] et même, par deux fois, en 626[2] et 667 A.D.[3], la transcription sanskrite du nom grec du signe du Taureau, *tāvura*, de ταῦρος[4]. Et l'on peut démontrer que le f.638 a touché la Birmanie à l'époque de cette époque de karaṇa, donnant naissance à cette « petite ère » indochinoise (4, 1, 1).

Les conditions particulières de ce domaine de recherches permettent de saisir pour une fois la chronologie et le processus d'une absorption qui a souvent frappé, voire irrité l'indianiste. A commencer par le premier indianiste et premier historien de l'astronomie indienne, le grand savant arabe du début du XIe s., al-Bīrūnī, qui s'exclamait :

« Dites quelque chose à un Hindou : il vous répètera demain votre leçon en indien et vous n'y reconnaîtrez pas grand chose »[5].

Grâce à l'investigation de la donnée numérique nous avons ici la chance de saisir les preuves et de saisir le phénomène en divers milieux, par divers aspects et à divers stades. On vient de le voir, tout concourt à ce qu'on peut appeler la sacralisation de la connaissance astronomique : non seulement le texte apocalyptique, non seulement la religion de l'astronome ou de l'auteur, Varāhamihira (5, 1, 3), Brahmagupta (5, 3, 8), mais encore chose bien plus étonnante encore, l'adepte et thuriféraire comme Bhāskara (5, 2, 3). En particulier tout a concouru à faire entrer rapidement l'innovation des yuga astronomiques dans les Écritures et l'immémorialité.

A propos d'autorités scripturaires, signalons en passant un fait aperçu au cours de l'étude résumée ci-après (5, 4, 5). Jusqu'au XIIe siècle les auteurs de l'astronomie et de l'astrologie invoquent éventuellement le Veda, la smṛti et les saṃhitā, les anciennes saṃhitā astrologiques (1, 1, 2). Ce n'est qu'à partir de Bhāskarācārya[6], milieu du XIIe s., qu'on voit les purāṇa prendre place parmi les Écritures.

La sacralisation explique probablement l'immanence des yuga dans les quatorze siècles de l'astronomie indienne. Les yuga auraient sans doute été dénoncés et abandonnés assez tôt s'ils n'avaient relevé que de l'autorité d'un auteur, si grand que fût le renom d'Āryabhaṭa.

Ajoutons que la mythification a malgré tout des limites et ce sera évoquer que là où elle a sévi elle procédait sans doute autant de carences matérielles que de l'ineptie : les auteurs de l'astronomie et même ceux de l'astrologie ne confondent jamais les auteurs historiques, les *ācārya* ou « maîtres » comme Āryabhaṭa, Varāhamihira, avec les *muni* ou « sages » des pseudépigraphes, comme Vasiṣṭha, Garga, etc.

(1) K. 926, *IC*, V, p. 20, du vendredi 4 mai 624 A.D. julien.

(2) K. 60, A. BARTH, *Inscriptions sanscrites du Cambodge (ISC)*, Paris, 1885, p. 41, R. C. MAJUMDAR, *Inscriptions of Kambuja (IK)*, Calcutta, 1953, p. 30, du jeudi 3 avril 626 A.D. julien.

(3) K. 50, *ISC*, p. 74, *IK*, p. 41, du jeudi 15 avril 667 A.D. julien.

(4) *Cf. Bṛhajjātaka*, I, 8.

(5) Selon L. DE LA VALLÉE-POUSSIN, *L'Inde aux temps des Mauryas...*, p. 242, qui ajoute : « Rien n'a été emprunté par l'Inde qui n'ait été vite hindouisé. »

(6) Voir en fin de (5, 4, 5).

5, 4, 2. La question des éclipses. — Après Āryabhaṭa la rotation terrestre est récusée sur des arguments purement physiques, les mêmes que chez Ptolémée (4, 3, 7), elle se heurte à l'incompréhension et pour longtemps, mais sans plus.

Il n'en va pas de même pour la pièce maîtresse de cette astronomie savante, la théorie ou cosmographie des éclipses. Non seulement elle est encore bien abstraite pour l'auditoire des Varāhamihira, mais surtout, au VIe siècle, elle frappe de plein fouet les idées reçues, un sujet classé des croyances religieuses et de surcroît un sujet on ne peut plus populaire, l'*asura* ou sorte de démon nommé *Rāhu* qui depuis des siècles dévore le Soleil ou la Lune lors des éclipses. A cela s'ajoute que l'astronome ou l'auteur du VIe siècle écarte dédaigneusement Rāhu ou se fait fort de démontrer l'ineptie de la croyance avec le péremptoire de la cosmographie.

En 628 Brahmagupta formule et très probablement institue un compromis théologico-scientifique qui règlera définitivement la question pour le public, l'intelligentsia et la plupart des astronomes à venir.

A fouiller à ce sujet plus de cent textes astronomiques, astrologiques et autres, nous en avons trouvé une trentaine qui apportent des témoignages circonstanciés et s'échelonnent assez régulièrement du VIe au XIXe siècles. Notamment des chapitres de textes astronomiques intitulés *Grahaṇavāsanā*, « De la signification des éclipses », *Rāhunirākaraṇa*, « De la réfutation de Rāhu », *Rāhusattādhyāya*, le livre « De la réalité de Rāhu », etc. Étant donné la rareté des discussions dans le texte astronomique indien, c'est assez dire l'importance de l'affaire, même après que Brahmagupta eut pallié la difficulté.

C'est le lieu de résumer ce dossier bien fourni. Il concerne aussi l'entité qui voisine avec Rāhu dans l'iconographie, sous un nom qui se trouve recouvrir des choses bien différentes selon les époques et selon les milieux, *Ketu*, qu'il est mieux de voir d'abord.

5, 4, 3. Ketu. — De nos jours le nœud ascendant de la Lune est toujours appelé *ketu*. C'est sans doute ce qui a entraîné la traduction automatique dans bon nombre d'études et même là où l'on pouvait voir aussitôt que c'était impossible, le ketu prenant place à tout autre endroit que l'opposite du nœud ascendant[1].

Le mot *ketu* remonte à la langue védique, c'est « le signe ou le signal lumineux »[2], d'où le sens « bannière, étendard » en même temps que celui qui nous concerne, les *meteora* au sens ancien, c'est-à-dire en tous genres, depuis la fumée d'un feu et le feu follet jusqu'à la comète[3].

(1) Par exemple les traductions de Schmitt pour les nombreuses figures horoscopiques de l'épigraphie siamoise, *Mission Pavie, Études diverses*, II, pp. 169-491.

(2) L. Renou, *Études sur le vocab. du Ṛgveda*, 1re série, Pondichéry, 1958, p. 15 sq.

(3) *Bṛhatsaṃhitā* (*BS*), XI, 2-4. Dans son important commentaire de la *BS*, Bhaṭotpala, au Xe s., donne de copieux extraits des anciennes saṃhitā astrologiques utilisées par Varāhamihira, éd. Sudhākara Dvivedin, *The Bṛihat Saṃhitā...*, Bénarès, 1895-7, 2 vol.

Les anciennes saṃhitā astrologiques (1, 1, 2) font grand cas de la variété céleste, *divya*, qui prend place parmi les étoiles et ce sont manifestement des classifications de comètes et de leurs significations de présages collectifs selon la dimension, l'aspect, la direction, etc.[1], bien qu'on n'en puisse absolument rien tirer d'utile pour l'étude des comètes historiques[2].

Pas plus que l'Almageste le texte astronomique indien ne s'occupera jamais de ce ketu-comète, pas plus que des autres *ketu*, car « il ne peut être assujetti à la mathématique »[3].

Dans l'astrologie le ketu-comète va devenir sous diverses formes un élément fictif de l'horoscope, à la façon des κλῆροι[4], les « Parts », dont la plus répandue était — et est encore chez nos attardés de l'astrologie — la « Part de Fortune », ὁ κλῆρος τῆς τύχης. D'une façon comme d'une autre ce sont des points imaginaires définis par une manipulation conventionnelle d'une ou plusieurs positions réelles. C'est ce que nous appellerons les ketu fictifs.

Ils se trouvent attestés dans l'épigraphie du Cambodge dès le commencement du VIIe siècle, soit bien avant que nous ne les trouvions dans les textes astrologiques indiens dont nous disposons. On en saisit plusieurs variétés et l'on aperçoit ce qui a suggéré cette fiction : l'apparition de petites comètes qui se trouvent au voisinage du Soleil lors d'une éclipse de soleil, comme le note Ptolémée[5].

Ces fictions prennent naissance au bas niveau de l'astrologie, là où s'élaboreront, comme en Europe — *cf.* l'« astrologie onomantique » —, une grande quantité de numéromancies qui n'ont plus de l'astrologie que les vocables et les appareillent sur n'importe quoi.

Voici les divers ketu fictifs qui apparaissent de diverses façons :

— Prenons tout d'abord celui que l'on trouve dans les textes sanskrits à partir du XIVe siècle[6]. Ainsi que d'autres points fictifs, comme l'*indracāpa*, « l'arc-en-ciel », le *pariveṣa*, « le halo », et autres, ce ketu est défini par la position du Soleil et sa longitude est tout simplement celle du soleil vrai diminuée d'un signe ou 30°;

— C'est certainement un ketu fictif de cette espèce qui se trouve attesté dans l'épigraphie du Cambodge en 624[7] et en 665 A.D.[8]. Nous ne pouvons en juger mieux, ces horoscopes donnent seulement

(1) *BS*, XI, 8 sqq.

(2) F. BALDET et Mlle G. de OBALDIA, *Catalogue général des orbites de comètes de l'an -466 à 1952*, Paris, CNRS, 1952 ; F. BALDET, *Liste générale des comètes de l'origine à 1948*, Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1950, notice B, 86 p.

(3) *BS*, XI, 2.

(4) A. BOUCHÉ-LECLERCQ, *L'astrologie grecque, passim ;* O. NEUGEBAUER et H. B. VAN HOESEN, *Greek horoscopes*, p. 8 sq.

(5) *Tétrabible*, II, 9.

(6) Commentaire de Viṣṇu sur le *Muhūrtadarśana* de Vidyāmādhava, éd. R. SHAMA SASTRI, Mysore, 1923-26, I, p. 88. Pour Ketu = apogée de la Lune, voir I, p. 31 sqq.

(7) Inscription K. 926, voir ci-dessus.

(8) K. 115, *IC*, VI, 10, du jeudi 29 mai 665 A.D. julien.

le signe des positions : dans le premier cas Ketu est en Bélier et le Soleil en Taureau, dans l'autre les deux sont en Gémeaux;

— Il y a ce ketu fictif qui se trouve attesté hors du domaine indien, cette fois, par des textes arabes et byzantins qui donnent les tables de cet *al-Kaid*, « de l'astre maléfique Ketu selon les Indiens », τοῦ κάϊτ ἀστέρος κακοποιοῦ παρ' ἰνδοῖς,[1], qui fait le tour du zodiaque par un mouvement rétrograde et uniforme en 144 ans. Nous n'avons pu le retrouver nulle part encore dans le domaine indien;

— Les nombreux horoscopes épigraphiques siamois et laotiens du xve au xixe siècles comportent un ketu — le « 9 » des figures horoscopiques — qui est indépendant de l'opposite du nœud ascendant de la Lune ou « 8 » et n'est pas non plus des variétés qui précèdent ou qui suivent;

— Enfin ce ketu qui se voit dans les manuscrits cambodgiens du f.638 depuis le xixe siècle et ne rend pas compte de celui qui précède. Celui-ci fait le tour du zodiaque dans le sens rétrograde en 679 jours[2], soit le dixième du mouvement du nœud de la Lune dans le même sens : a priori il provient d'un *lapsus calami* qui l'aurait fait supplanter le ketu précédent.

Signalons que le mot *ketu* a failli désigner l'apogée de la Lune. Un certain Viṣṇu, dans son commentaire du *Muhūrtadarśana*, alias *Vidyāmādhavīya*, de Vidyāmādhava, milieu du xive siècle, déploie tout une dialectique pour asseoir sa démonstration. Mais en vain, cette initiative est restée sans lendemain.

C'est par une initiative de la même sorte et au même étage de littérature qu'on aura commencé d'appeler *ketu* le nœud descendant de la Lune. La première occurrence dans un texte sanskrit est à notre connaissance du *Narapatijayacaryāsvarodaya*, un texte de numéromancies de Narapati, de 1175 A.D.[3]. Mais al-Bīrūnī en a connaissance vers 1030[4] : « La Tête du Dragon est appelée *Rāhu* et la Queue *Ketu.* »

Mais cette dénomination ne s'est généralisée que tout récemment. Il y a là un problème de niveau, même dans la littérature astrologique, et il faut en dire quelques mots.

Du vi^e siècle à nos jours l'évolution de ces terminologies s'explique par l'interaction parfois très lente de domaines et de tendances fort différents de nature et de niveau culturel. Et il ne s'agit pas seulement d'un problème de vocabulaire. L'état d'esprit d'un astronome ou d'un auteur de l'astronomie, jusque dans les derniers siècles, en dépit de

(1) Voir O. NEUGEBAUER, *Notes on al-Kaid*, Journ. of the Am. Or. Soc., 1957, pp. 211-215.
(2) F. G. FARAUT, *Astronomie cambodgienne*, p. 245.
(3) Selon Śaṅkar Bālkṛṣṇ DĪKṢIT, *Bhāratīy jyotiṣ*, trad. hindī, p. 624 ; éd. Veṅkaṭeśvar Press, 1956, p. 91.
(4) Éd. Osmania Univ., p. 536 ; trad. Sachau, II, p. 234.

la spéculation des yuga, en dépit de la croyance astrologique, en dépit de la croyance religieuse, est tout autant que sa technique d'un niveau intellectuel considérable par rapport au devin, le *daivajña*, dont l'inépuisable sagacité fourbit sans cesse un fatras mantique tout à fait gratuit par rapport à l'astrologie judiciaire, mais justement ces mancies se prêtent bien à l'usage populaire.

Par exemple, dans un système appelé justement le *Rāhukāla*, le « temps de Rāhu », fort suivi de nos jours, en Inde du Sud au moins, chaque jour est découpé en parties de 1 h ½ qui, selon le jour de la semaine, sont dévolues tour à tour à *Rāhu*, *Yama*, maléfiques, *Gulikā*, bénéfique, etc. On mesure comment la numéromancie n'a plus que des mots de l'astrologie judiciaire. Dans la pratique, c'est le Rāhukāla qui est l'objet de l'attention et prodigieusement craint aujourd'hui. Le vendredi, par exemple, le Rāhukāla s'étend de 10 h ½ à midi et chacun se garde bien de rien commencer durant ce temps.

Au contraire et même dans les derniers siècles l'astronome ou l'auteur d'astronomie, à défaut d'y renoncer, expurge son astrologie de tout ce qui tombe malgré tout sous le sens de ses connaissances réelles, il rationalise fortement, si l'on peut dire. Varāhamihira, on l'a vu, est seulement un auteur suffisamment compétent et non pas un astronome, or il faut voir comment dans la *Bṛhatsaṃhitā* il dénie sans détour tel ou tel article des vieilles saṃhitā qu'il compile[1].

5, 4, 4. Le démon Rāhu et le serpent Saiṃhikeya. — Des siècles avant l'apparition de l'astronomie savante, succédant à l'asura Svarbhānu de la période védique[2], c'est l'asura Rāhu[3] qui fait les éclipses en « dévorant » le Soleil ou la Lune, en vertu d'un privilège que lui a conféré Brahma et qui fait aussi que lui est dévolu le bénéfice des sacrifices célébrés lors des éclipses[4].

C'est ainsi que l'éclipse, *grahaṇa*, « (prise de) possession (démoniaque) », *grāsa*, « dévoration », etc., s'appelle aussi *Rāhudarśana* et par ellipse *Rāhu*, « l'apparition de Rāhu »[5].

En cette période, disons de moins deux ou trois siècles A.D. jusqu'au VIe siècle A.D., comme en témoigne notamment de nombreux passages des épopées, les gens cultivés savent que les éclipses ne peuvent avoir lieu qu'aux syzygies, l'éclipse de lune à la pleine lune et l'éclipse de soleil à la nouvelle lune. On n'en sait certainement pas plus, puisque pour savoir s'il y aura une éclipse à telle syzygie on se fie à des *nimitta* ou « signes » tels qu'une étoile filante. Certains croient qu'il faut la réunion des cinq planètes dans un coin du ciel. Ou bien l'on juge de

(1) Par exemple *BS*, V, 16-17.

(2) *Cf.* A. A. MACDONELL et A. B. KEITH, *Vedic index..., sub vocabulo.*

(3) Une attestation unique dans l'*Atharvaveda* repose sur une leçon douteuse, *ibid.*, s.v.

(4) Par exemple *BS*, V, 14.

(5) *BS*, V, 32.

cette éventualité en examinant ce qu'en présage une goutte d'huile posée à la surface de l'eau[1].

Avant l'astronomie savante ou trigonométrique, dès les premiers siècles et peut-être dès le premier siècle de l'ère chrétienne, les praticiens, professionnels des computs, de la divination astrologique, voire de la généthliaque, détiennent avec des éléments comme ceux du Vāsiṣṭhasiddhānta la première notion de cette chose qui est toute technique, le couple des nœuds de la Lune.

C'est certainement dans le vocabulaire de ce milieu professionnel que s'est élaborée ou a été importée une autre représentation, une autre imagerie, celle du serpent nommé *Saiṃhikeya*[2], qui est fait d'une « Tête », *mukha*, et d'une « queue », *puccha*, tout comme les *Caput* et *Cauda Draconis* du Moyen Age européen[3]. Nécessairement cette représentation n'avait à l'origine rien à voir avec le démon Rāhu[4].

Non moins évidemment les expressions qu'emploie Varāhamihira, de *rāhumukha* et °*puccha*, respectivement pour le nœud ascendant et le nœud descendant de la Lune, résultent d'un croisement des deux imageries, en fait bien insolite et non moins certainement entériné par l'usage avant cet auteur, avant 500 A.D., avant Āryabhaṭa.

5, 4, 5. Un compromis théologico-scientifique. — On ne s'étonnera pas que le mot *rāhu* n'apparaisse nulle part dans l'*Āryabhaṭīya*. Pour Āryabhaṭa les nœuds de la Lune, comme ceux des planètes sont désignés par un terme tout géométrique, *pāta*, visant comme σύνδεσμος l'intersection de deux plans ou du moins de deux cercles, IV, 2. S'il est besoin de distinguer le nœud ascendant est le « premier », *prathamapāta*, I, 7.

A connaître l'auteur on devine bien que ce silence en dit long et, s'il en était besoin, Brahmagupta confirme sa position en ce qui concerne aussi le démon *Rāhu*.

Au contraire, pour les nœuds de la Lune, Varāhamihira emploie toujours les expressions *rāhu* et, si nécessaire, *rāhumukha* pour le nœud ascendant et *rāhupuccha* pour le descendant. Mais c'est parce que c'est un usage et ce n'est seulement qu'une concession de vocabulaire, *Bṛhatsaṃhitā*, V, 15.

En effet, dans « l'upaniṣad de l'astronomie » (5, 4, 1) ou chapitre XV de la *Pañcasiddhāntikā* il renvoie à son autre ouvrage, disant, en 10 :

uktaś ca saṃhitāyāṃ mayā prapañco 'sya rāhucārādau /
grahaṇasya yannimittaṃ vinaiva rāhuṃ ravihimāṃśvoḥ //

« Dans la *(Bṛhat)saṃhitā*, au commencement du (chapitre V intitulé) *Rāhucāra*, j'ai donné l'explication de l'éclipse de lune ou de soleil qui montre que *Rāhu* n'y est absolument pour rien. »

(1) *BS*, V, 16-17.
(2) *BS*, V, 3.
(3) A. Bouché-Leclercq, *L'astrologie grecque*, p. 122 sq.
(4) C'est sans doute sous l'influence de l'imagerie du serpent que le démon Rāhu se trouve réduit à une tête seule, *BS*, V, 1.

A ce chapitre V, en 8-13, Varāhamihira explique que dans l'éclipse de lune c'est la Lune qui entre dans le cône d'ombre de la Terre et que dans l'éclipse de soleil c'est le cône d'ombre de la Lune qui point à la surface de la Terre, que ce dernier phénomène est strictement local, au contraire de l'éclipse de lune, etc., pour conclure en 13 :

evam uparāgakaraṇam uktam idaṃ divyadṛgbhir ācāryaiḥ /
rāhur akaraṇam asminn ity uktaḥ śāstrasadbhāvaḥ //

« Voilà la raison des éclipses établie par les maîtres qui ont observé les choses célestes. Rāhu n'y est pour rien, tel est le bien-fondé de la science. »

Au VIe siècle Āryabhaṭa et Varāhamihira ne sont pas seuls à prendre et tenir cette position scientifique. Et c'était probablement tout l'ensemble des premiers auteurs indiens de l'astronomie savante. En tout cas, après le rappel de leurs objections et arguments, Brahmagupta mentionne ces quatre, disant en *Brāhmasphuṭasiddhānta*, XXI, 39 :

grāsānyatvaṃ na tato rāhukṛtaṃ grahaṇam arkendvoḥ // 38 //
evaṃ varāhamihiraśrīṣeṇāryabhaṭaviṣṇucandrādyaiḥ /
lokaviruddham abhihitaṃ vedasmṛtisaṃhitābāhyam // 39 //

« « ... l'éclipse de lune ou de soleil est tout autre chose. Rāhu n'y est donc pour rien. » Voilà ce qu'ont déclaré Varāhamihira, Śrīṣeṇa, Āryabhaṭa, Viṣṇucandra[1] et autres en dépit du consentement universel, au mépris du Veda, de la Smṛti et des saṃhitā (astrologiques). »

Et Brahmagupta d'invoquer

— Les sacrifices que prescrivent ces saṃhitā lors des éclipses et qui seraient alors inutiles, dépourvus de bénéfice religieux; // 40 //

— Le consentement universel qui fait que même les bergers et même les femmes savent que c'est Rāhu qui fait les éclipses. D'autre part il est bien connu que les prières et bains qu'on fait alors sont extrêmement fructueux en bénéfice religieux; // 41 //

— La Smṛti, qui, lors de l'éclipse de lune, oblige à se plonger dans l'eau, alors qu'elle prohibe ordinairement tout bain nocturne; la Smṛti qui dit bien que tant que dure l'éclipse de soleil n'importe quelle eau prend la même valeur que celle du Gange; // 42 //

— Enfin une citation du Veda qui porte sur l'asura Svarbhānu et achève de montrer l'unanimité de la Révélation, de la Tradition et des saṃhitā quant à l'existence de Rāhu.

Et c'est maintenant le compromis, le mot sera prononcé plus tard, *samādhāna*[2]. Voici le texte comme il se présente actuellement :

(1) L'ordre de ces noms est dicté par le mètre du vers et non par la chronologie.

(2) Par Kamalākara, XVIIe s., *Siddhāntatattvaviveka*, *Candragrahaṇādhyāya*, 21, à propos de Bhāskarācārya, éd. p. 423.

rāhus tacchādayati praviśati yacchuklapañcadaśyante /
bhūchāyātamasīndor varapradānāt kamalayoneḥ // 44 //

candro 'mbumayo 'dhaḥstho yad agnimayabhāskarasya māsānte /
chādayati śamitatāpo rāhuś chādayati tat savituḥ // 45 //

bhūchāyāvyāsasamaḥ śaśikakṣyāyāṃ sthitaḥ śaśigrahaṇe /
rāhuś chādayatīnduṃ sūryagrahaṇe 'rkam indusamaḥ // 46 //

yat tadadhikaṃ tamomayarāhuvyāsasya sūryadṛṣṭatvāt /
naśyati bhūchāyendvor vyāsasamo 'smād bhavati rāhuḥ // 47 //

bhūchāyendum ato hi grahaṇe chādayati nārkam indur vā /
tatsthas tadvyāsasamo rāhuś chādayati śaśisūryau // 48 //

« En vertu du privilège que lui a conféré Brahma *(Kamalayoni)*, à la pleine lune où (se produit une éclipse de lune), Rāhu s'introduit dans les ténèbres de l'ombre terrestre juste là où il faut pour occulter la Lune. » // 44 //

« La Lune étant faite d'eau et le Soleil de feu, à la nouvelle lune (où se produit une éclipse de soleil), Rāhu s'interpose pour l'abriter de l'ardeur (du Soleil). » // 45 //

« Rāhu se tient sur l'orbite de la Lune et avec la dimension de l'ombre de la Terre occulte la Lune dans l'éclipse de lune et, avec la dimension de la Lune, occulte le Soleil dans l'éclipse de soleil. » // 46 //

« S'il varie de dimension de l'une à l'autre, c'est en raison de l'ardeur du Soleil qui le déprime (lors de l'éclipse de soleil). De sorte qu'il est tantôt de la dimension de l'ombre terrestre, tantôt de celle de la Lune. » // 47 //

« De sorte qu'en effet, ce n'est ni l'ombre de la Terre, ni la Lune qui occulte la Lune et le Soleil, mais Rāhu qui se tient dans l'un ou l'autre et prend sa dimension. » // 48 //

Nous tenons pour évident que les actuels vers 44, 45 et 47 ne sont pas de Brahmagupta, mais d'un partisan du compromis qui a eu la malencontreuse idée d'en chercher le détail et a montré en 45 qu'il n'avait rien compris de la cosmographie des éclipses : en particulier, quelles que soient ses limites, il est tout à fait impossible que Brahmagupta ait écrit ce vers.

Cela précisé, 46 et 48 devant se lire sitôt après 43, tel est le compromis qu'on est bien forcé d'appeler théologico-scientifique. On aurait bien tort d'y voir une puérilité plus grande que celle qui se trouve ailleurs dans de pareilles affaires, voire en notre temps dans d'autres domaines. Rappelons simplement, par exemple, qu'au VIe siècle, ancien navigateur devenu moine, le Grec Cosmas Indicopleustès entreprend la rédaction de sa *Topographie chrétienne* afin de démontrer par les Écritures que la Terre est plate. Mentionnons que la profession des antipodes a été frappée d'anathème par le pape saint Zacharie (741-752)[1].

(1) *Catalogus codicum astrologorum graecorum*, VIII, 1, Bruxelles, 1929, p. 186, note.

Cela dit, on observera que le compromis théologico-scientifique marque en réalité l'assimilation de la connaissance astronomique et la reconnaissance de sa cosmographie par l'intelligentsia indienne. Dans le vocabulaire de Brahmagupta il est un détail significatif. Si la théorie scientifique semble céder à la Tradition, si Rāhu demeure la *cause première* des éclipses, ce dernier ne « dévore » plus le Soleil ou la Lune, il les « occulte » : l'explication géométrique des éclipses est maintenant comprise, admise, incontestable et orthodoxe. Ici comme ailleurs on a sacrifié ce qu'on était contraint de sacrifier et cela, plus tard, comme toujours, permet d'admirer fort l'impavide pérennité des Écritures. De vouloir changer en conformité avec le passé n'est sûrement pas un phénomène propre à l'indianité.

On comprend que l'auteur pro-Rāhu comme Brahmagupta n'emploiera jamais que le mot *pāta* pour désigner les nœuds de la Lune : il ne peut justement pas attacher Rāhu à ces nœuds, ce serait s'exposer à des contradictions et difficultés qui sont épargnées à ce Rāhu placé en surimpression de la théorie scientifique. C'est somme toute pour la raison inverse, parce qu'il était anti-Rāhu, que Varāhamihira pouvait se permettre le vocabulaire de « Tête » et « Queue de Rāhu ».

Après le compromis, en raison du compromis, cette licence disparaît complètement et pour longtemps du texte astronomique. On ne la retrouve que dans quelques textes tardifs et bien sporadiquement.

Après le compromis il y a certainement eu d'autres astronomes anti-Rāhu comme ceux du VIe siècle. La littérature astronomique qui nous est parvenue représente fort mal tous ceux que Bhāskarācārya, au milieu du XIIe siècle, taxe d'esprits forts parce qu'ils nient l'intervention de Rāhu[1] : *kevalagolavidyās tadabhimāninaś ca / idaṃ saṃhitāvedapurāṇabāhyam* / « Ceux qui ne veulent connaître que la cosmographie et s'en font forts. A l'encontre des Saṃhitā, du Veda et des Purāṇa. »

(1) *Siddhāntaśiromaṇi*, auto-commentaire *ad Grahaṇavāsanā*, 9.

CHAPITRE VI

AU FIL DES SIÈCLES

6, 1. — COMMENCEMENT DU VIII[e] SIÈCLE, LE CANON k.*KhKhUtt*, figures 11 et 12 LE CANON k.(ĀmRāj), figures 13 et 14

On verra plus loin (6, 2, 2) (6, 3, 4) les marques d'une activité plus importante au cours du VIII[e] siècle.

6, 1, 1. Le texte du *Khaṇḍakhādyakottara.* — Dans le texte du *Khaṇḍakhādyaka* de Brahmagupta (5, 3, 6) que donne le commentaire de Pṛthūdakasvāmin, du IX[e] s. (4, 1, 1), il se présente un *Khaṇḍakhādyakottara* ou « suite au *Khaṇḍakhādyaka* » que Sengupta a pris pour un neuvième chapitre de l'ouvrage de Brahmagupta[1]. Mais en publiant le texte et le commentaire de Pṛthūdakasvāmin quelques années après sa traduction[2], Sengupta devait écrire : « It has not been possible to reconstruct the *Uttara-Khaṇḍakhādyaka* or the supplementary part of the work in which Brahmagupta gave his own corrections to Āryabhaṭa's astronomical constants, new methods and additional topics, ... »

Dans le texte que présente un autre commentaire, moins ancien, vers 1200 A.D. (6, 1, 3), d'Āmarāja[3], les parties de cet *Uttara* sont disséminées dans le corps du *Khaṇḍakhādyaka* aux endroits concernés et sont distinguées dans le commentaire par cette mention, *uttarādhyāyokta*, « il est dit dans le chapitre complémentaire ».

En mettant en œuvre les éléments que l'*Uttara* substitue à ceux du *Khaṇḍakhādyaka* ou k.*(SūryS)* (6, 1, 2), il apparaît que l'*Uttara* ne fait point partie du texte original de Brahmagupta, mais procède d'un réviseur et commentateur et peut-être de plusieurs. Prenant figure de chapitre complémentaire ou ensemble de vers distribués *ad loco* dans les commentaires, ces *corrigenda* et *addenda* se seront

(1) Trad. P. C. Sengupta, Calcutta, 1934.
(2) Éd. P. C. Sengupta, Calcutta, 1941, préface, p. IX.
(3) Éd. Babua Misra, Calcutta, 1925.

trouvés fortuitement démarqués avant de passer pour partie intégrante du texte de Brahmagupta.

Rappelons que l'*Uttara* comprend un vers qui formule l'interpolation précise de valeurs tabulaires au moyen des différences secondes ou interpolation de Newton limitée aux différences secondes[1].

6, 1, 2. Le canon k.*KhKhUtt.* — Hormis des modifications de longitudes vraies, dont le caractère empirique est du même coup suffisamment évident, et le mandocca du Soleil amené de 80° (4, 1, 2) à 77°, le canon du *Khaṇḍakhādyakottara* ou k.*KhKhUtt* est une réfection du k.*(SūryS)* limitée aux éléments d'éclipses, soit le type courant du canon composite (1, 2, 12).

Pour cela il suffisait de remplacer seulement deux éléments du k.*(SūryS)*, l'apside et le nœud de la Lune. En effet, dans le k.*(SūryS)* — et cela a pu jouer un rôle dans la vogue persistante de ce canon encore tout au long du VIIe siècle (5, 3, 6) — l'erreur portant sur l'angle synodique de la Lune est encore au début du VIIIe siècle du même ordre que du temps d'Āryabhaṭa. L'erreur est allée s'annulant depuis le début du VIe s. et, seulement changée de signe, elle est encore très réduite au commencement du VIIIe.

L'*Uttara*[2] et le k.*KhKhUtt* portent ainsi, sur l'époque même du *Khaṇḍakhādyaka* (4, 1, 1) ou

t_0 : 1375565 KYārdh ou dimanche 23 mars 665 A.D. julien 0h TCUjj,

deux nouvelles valeurs où l'on doit remarquer, pour les apsides de la Lune, la reprise d'une constante qui se voit dans les anciens *Vāsiṣṭha*° et *Romakasiddhānta*, celle de 110 révolutions anomalistiques en 3031 jours. Ainsi, soit α l'anomalie moyenne de la Lune, toujours comptée de l'apogée,

$$\alpha = L - \varpi',$$

on a ici, en révolutions et avec t en jours compté du t_0 ci-dessus,

$$\alpha = \frac{511 + 110\,t}{3031},$$

$$\varpi' = L - \frac{511 + 110\,t}{3031},$$

$$\theta = -\frac{t - 354{,}5}{6792}.$$

Les éléments susceptibles de témoigner de l'époque du canon composite, soit Soleil, Lune, ses apside et nœud, montrent comme bien souvent une certaine disparate, où nous croyons discerner l'effet

(1) P. C. Sengupta, éd., p. 151, trad., p. 141.

(2) Éd. Babua Misra, *ad* I, 12, p. 17 et ad II, 2, p. 52 ; éd. P. C. Sengupta, en (IX) non numéroté, p. 149 et (IX), 2, p. 150 ; trad. Sengupta, IX, 5, p. 140 et IX, 10, p. 143.

d'une observation isolée, une réfection sur l'observation d'une éclipse isolée (1, 2, 12).

			A.D.		σ'
k.*KhKhUtt*	(01101 00000)	:	680,7	± (12,3)	(1',3)
	(00111 00000)	:	708,9	± 14,5	2',5
	(01111 00000)	:	713,0	± 12,5	2',3
	(01110 00000)	:	716,0	± (9,5)	(2',0)
	(01011 00000)	:	729,8	± 9,6	1',3

Il semble cependant que la confection du canon composite se situe bien après 665 A.D., après la rédaction de l'ouvrage de Brahmagupta, disons, sans pouvoir être plus précis, au commencement du VIIIe siècle.

6, 1, 3. Le canon k.(ĀmRāj). — Dans son commentaire du *Khaṇḍakhādyaka*, Āmarāja, vers 1200 A.D., nous fait connaître aussi un autre canon composite avec deux autres valeurs pour l'apside et le nœud de la Lune, soit le k.(ĀmRāj). Le vers cité[1] est seulement accompagné de la mention *iti pūrvācāryapravāda*, « selon l'énoncé d'un ancien maître ».

L'époque est 475 śaka, soit, strictement

t_0 : 1334655,4725 KYārdh ou vendredi 21 mars 553 A.D. julien 11h 20m 24s TCUjj

et t étant en années de $\frac{1577917800}{4320000} = 365{,}25875$ jours, ϖ'_1 et θ_1 étant les éléments du k.*(SūryS)*, on a pour les deux nouveaux éléments du k.(ĀmRāj) :

$$\varpi'_2 = \varpi'_1 - 32'',5\ t,$$
$$\theta_2 = \theta_1 - 30''\ t.$$

Comme celui du k.*KhKhUtt*, cet ensemble d'éléments d'éclipses relève d'une réfection assez improvisée sur l'observation d'une éclipse isolée et pareillement ce k.(ĀmRāj) remonte au début du VIIIe siècle.

			A.D.		σ'
k.(ĀmRāj)	(01101 00000)	:	674,0	± (8,4)	(1',1)
	(00111 00000)	:	694,5	± 33,7	4',6
	(01111 00000)	:	702,4	± 29,6	4',1
	(01011 00000)	:	717,0	± 51,9	4',9
	(01110 00000)	:	739,9	± (19,5)	(2',6)

Notons enfin qu'Āmarāja rapporte un jeu complet de bīja[2], de son maître Trivikrama, *asmadupadhyāyatrivikrama*, qui, sur une époque de 1102 śaka ou 1180 A.D., transporte directement du k.*(SūryS)* au k.*BrSphS*$_2$ (6, 5, 1).

(1) Commentaire *ad* I, 12, éd. p. 18.
(2) Éd., p. 20 sq.

6, 2. — COMMENCEMENT DU IXe SIÈCLE, LE CANON k.(ŚaṅkNār), figures 15 et 16

6, 2, 1. Un jeu d'émendations sur le k.*ĀryBh.* — A la suite de Govindasvāmin, commentateur du *Mahābhāskarīya*, Śaṅkaranārāyaṇa rédige son commentaire du *Laghubhāskarīya* de Bhāskara (5, 2, 2) en 791 śaka[1] ou 869 A.D.

Au cours du commentaire *ad* II, 22[2], Śaṅkaranārāyaṇa rapporte deux vers anonymes, deux āryā, qui constituent un jeu complet d'émendations s'appliquant par conséquent aux éléments du k.*ĀryBh* (4, 2, 2). Voici tout d'abord ces deux vers :

vasvekeṣuyugaghnaṃ manuyugam arkādimadhyamacaturṇām /
dhanam ṛṇam ṛṇam ṛṇam atha kṛtiguṇitaṃ cakreśabhair labdham //
bhaumāṅgiraḥśanīnāṃ deyam ṛṇaṃ deyam abdhinandahṛte /
sitabudhayor heyaṃ deyaṃ saptahataṃ budhasyoktam //

La variable temps est ainsi en yuga du manu actuel, soit (4, 3, 5) :

à —3101 A.D. ou 0 KY : 27,75

$$\text{à } 799 \text{ A.D. ou } 3900 \text{ KY} : 27{,}75 + \frac{3900}{4320000} = 27{,}750902...$$

$$\text{à } 1899 \text{ A.D. ou } 5000 \text{ KY} : 27{,}75 + \frac{5000}{4320000} = 27{,}751157...$$

c'est-à-dire qu'en fait ce sont là des bīja constants : les fonctions du k.*ĀryBh* des figures 5 et 6 sont écartées de quantités pratiquement fixes pour reconstituer plus bas dans le temps la convergence ou plutôt les convergences des figures 15 et 16 du k.(ŚaṅkNār).

Bien que présenté comme un bīja du lieu du Soleil, le premier bīja concerne manifestement la réfection de l'équinoxe, qui était de longitude nulle dans le k.*ĀryBh.* Cette quantité dont il faut augmenter le lieu du Soleil avant de convertir par exemple en coordonnées équatoriales, marque la longitude négative qu'a prise l'équinoxe de printemps depuis le début du vie siècle et qu'il est censé conserver à très peu près désormais. Soit L la longitude tropique du Soleil, $\mathcal{L}$ sa longitude sidérale et α ce premier bīja, on a

$$L = \mathcal{L} + \alpha = \mathcal{L} - \gamma, \qquad \gamma = -\alpha.$$

L'unité est la minute de degré. Cela n'est pas dit dans le couple de vers, mais Śaṅkaranārāyaṇa le précise dans l'explication détaillée qu'il en donne et nous en sommes évidemment certains *a posteriori.*

Soit au total le tableau suivant où il suffira de mentionner les valeurs des bīja à 0 KY ou 27,75 yuga du présent manu.

(1) Commentaire *ad* I, 4-8, éd., p. 4.
(2) Éd., p. 26.

k.(ŚaṅkNār)	Émendations sur le k.*ĀryBh* à 0 KY
Équinoxe............	$-(27',75\times8) = -222'$
Lune................	$-27',75$
Apogée Lune.........	$-(27',75\times5) = -138',75$
Nœud Lune.........	$-(27',75\times4) = -111'$
Mercure.............	$+\frac{27',75\times20\times7}{9} = +431',66...$
Vénus...............	$-\frac{27',75\times20}{4} = -138',75$
Mars.................	$+\frac{27',75\times20}{12} = +46',25$
Jupiter..............	$-\frac{27',75\times20}{11} = -50',45...$
Saturne..............	$+\frac{27',75\times20}{27} = +20',55...$

6, 2, 2. La statistique des écarts. — On remarquera tout d'abord que les yuga d'Āryabhaṭa (4, 3, 5) sont pratiquement disloqués par ce jeu de bīja. Toutefois, ne pouvant faire mieux, on a préservé une conjonction générale au début du présent manu, soit quelque 120 millions d'années avant l'ère chrétienne.

Avec ces bīja fictivement fonctions du temps, il faut bien voir ce que sont en réalité dans l'astronomie indienne ces mouvements extrêmement lents, linéaires ou périodiques, comme la fameuse libration des équinoxes (6, 5, 2) (6, 6, 1) (6, 7, 2) : ce ne sont que des jeux d'écritures destinés à sauver plus ou moins les yuga, en préservant au moins les conjonctions générales au terme des plus longues périodes spéculatives. Ici par exemple, sur les vingt-quatre siècles de nos graphiques ces bīja sont, à un demi-millième de degré près, des termes constants, des bīja fixes. Le montage des bīja en fonctions du temps n'a absolument aucune réalité, il ne répond qu'à la volonté de maintenir cette conjonction générale au début du présent manu, faute de pouvoir sauver autre chose des yuga, faute de pouvoir conserver la conjonction générale exacte en longitude moyenne lors du dernier kaliyuga.

Si les yuga sont pratiquement disloqués, les éléments du nouveau canon n'en demeurent pas moins spéculatifs et c'est en fait la spéculation qui est reconduite dans l'opération, au préjudice de la réalité astronomique que contenaient les éléments d'Āryabhaṭa en son temps. Autrement dit, c'est en sacrifiant la réalité des éléments d'Āryabhaṭa au début du VI[e] siècle que l'on a pu ici reconstruire provisoirement la spéculation sur la réalité astronomique du moment. Sous cette réserve, on trouve malgré tout, une fois de plus, sous le fantastique, d'authentiques travaux astronomiques, qu'ils fussent originaux ou empruntés ici.

Considérons maintenant ce que la statistique peut nous apprendre concernant ce k.(ŚaṅkNār).

N°	k.(ŚaṅkNār)	A.D.	σ′		
1	(11111 00000)	: 743,5 ± 19,3	14′,4		
2	(11000 01100)	: 747,8 ± 3,7	3′,4		
3	(01000 01100)	: 756,3 ± 0,02	0′,01	*	k.Proto(ŚaṅkNār)A
4	(11111 01111)	: 758,4 ± 13,1	13′,4		
5	(01111 01111)	: 785,9 ± 13,6	10′,0		
6	(01111 00000)	: 809,8 ± 6,8	2′,6		
7	(01011 00000)	: 813,7 ± 6,7	2′,3	*	k.(ŚaṅkNār)
8	(01111 00011)	: 816,1 ± (4,3)	(2′,5)		
9	(01011 00011)	: 816,9 ± (3,5)	(2′,0)		
10	(01000 00011)	: 822,6 ± (0,5)	(0′,2)		

Le canon est résolument composite et comme tel doit dater de 807 à 821 A.D. (7). En (3) on discerne très nettement, s'agissant des éléments de Vénus et de Mars, les vestiges d'un canon de 756 A.D., un k.Proto(ŚaṅkNār)A que nous retrouverons d'ailleurs plus loin (6, 3, 4).

6, 2, 3. État de la documentation. — Ainsi ce canon date seulement d'une cinquantaine d'années lorsque Śaṅkaranārāyaṇa rapporte ces deux vers dans son commentaire du *Laghubhāskarīya.* Qu'en sait-il exactement? Que sait-il de ce nouveau canon? Des travaux astronomiques qui ont amené son élaboration? De l'auteur de ces travaux ou du moins de l'auteur de ces deux vers? Nous nous trouvons en mesure de répondre que Śaṅkaranārāyaṇa ne savait déjà absolument rien d'autre que les deux vers qu'on vient de voir et ne pouvait absolument pas retrouver ce qu'il nous est facile de retrouver aujourd'hui.

Il y a ici une excellente occasion de montrer dans quel état la documentation se présentait le plus souvent à un auteur indien, en quoi il était informé du passé et ce qu'il savait du passé même le plus proche. Et en même temps ce sera faire remarquer comment, avec l'investigation de la donnée numérique, quelques lignes complètement dépourvues d'informations explicites peuvent maintenant révéler tout

un chapitre de l'histoire de l'astronomie indienne et nous permettre de retrouver avec grande précision ce que l'auteur indien ignorait déjà irrémédiablement cinquante ans après.

Śaṅkaranārāyaṇa ne sait ni de qui ni de quand sont ces bīja ou ces vers qu'il cite. Voici comment il introduit les deux vers, avant d'en expliquer correctement le contenu : *anyad api madhyamasaṃskāram ācāryāryabhaṭenaiva praṇītam iti kecid varṇayanti / katham /* « Il y a aussi une autre (espèce de) correction des longitudes moyennes, établie par Āryabhaṭa lui-même, stipulent certains. En voici (le texte)... ». On voit en même temps deux sortes d'auteurs, l'un, comme le nôtre, qui rapporte les choses en l'état où il les trouve et sait garder une réserve, et les autres, ces « certains » dont nous savons qu'ils conjecturaient ou affirmaient sans rien savoir.

Il n'est peut-être pas superflu de nous arrêter un peu pour donner la mesure de la réponse que nous procure la statistique pour connaître de pareilles questions. Voyons la dimension du « non » à l'hypothèse suivante : « Āryabhaṭa peut-il être l'auteur de ces bīja ou, ce qui revient au même, de ce k.(ŚaṅkNār)? » Prenant la gaussienne (4) ci-dessus, même à supposer qu'Āryabhaṭa était encore en vie et a fait des observations à l'âge de cent ans, soit en 575 A.D. (4, 3, 7), la probabilité est un « zéro virgule » suivi de quarante-quatre zéros.

Cela dit, si en cinquante ans il y a déjà oblitération de l'information historique et si une fausse indication s'est déjà immiscée dans la tradition toute fraîche de ces bīja et de leur texte, il faut bien voir pareillement qu'il y a eu en même temps une parfaite conservation du texte et, à défaut de tout le reste, conservation de sa signification, de son contenu technique. Après la citation — c'est un texte laconique comme à l'accoutumée, une des données se trouvant d'ailleurs exprimée d'une manière particulièrement elliptique —, Śaṅkaranārāyaṇa explique en clair tout le contenu et donne l'explication correcte du passage concernant les yuga du manu actuel et précise que l'unité est la minute de degré, indication omise dans le texte.

En contraste avec la fragilité de l'information historique, remarquons au passage la stabilité de la donnée numérique dans ce texte astronomique versifié et ne donnant jamais de chiffres (1, 2, 4).

6, 3. — VERS 900 A.D. LES CANONS EXEMPTS DE SPÉCULATION

LES CANONS	k.(Lalla),	**figures 17 et 18**
	k.*(GCNibS)*A,	**figures 19 et 20**
	k.*(GCNibS)*B,	**figures 21 et 22**
L'HYPOTHÉTIQUE	k.Proto(Lalla),	**figures 23 et 24**

6, 3, 1. La famille des canons du k.(Lalla). — Avec ces trois canons des figures 17 à 22, trois jeux de bīja sur le k.*ĀryBh* (4, 2, 2), on découvre un état de l'astronomie en Inde encore plus insoupçonné que tout ce qu'on a vu encore jusqu'ici. Le réalisme y est cette fois

aussi complet qu'il pouvait l'être dans l'astronomie ancienne. La spéculation disparaît enfin pour laisser place à des canons tout objectifs, tout comme le k.ΜαθΣυντ (2, 2, 2) des figures 1 et 2, et de plus d'une précision qui était sans doute à la limite des moyens de l'époque. On apercevra plus loin (6, 4, 3), au détour d'un texte spéculatif postérieur, que ces astronomes inconnus ont dénoncé expressément comme de fait la spéculation des yuga.

Car de ces astronomes du meilleur aloi, les textes qui nous sont parvenus ne disent absolument rien, pas même un seul nom d'auteur. On peut voir que d'intéressants auteurs des xve et xvie siècles, pourtant relativement bien documentés, ne savent rien de plus que le texte des jeux d'émendations. Il faut bien voir qu'un auteur qui se situe très près des premiers de ces travaux et se trouve même le premier à nous les faire connaître, Lalla, dit bien dans le texte où il rapporte les bīja (6, 3, 2) que « ce traitement des graha est imposé par l'observation » *grahakarma dṛkprabhāvāt*, mais il en rend grâces à Sarasvatī ou quelque autre déesse fille de Brahma.

Dans ces trois canons de la famille du k.(Lalla) les éléments astronomiques reposent enfin sur deux, voire trois séries d'observations suffisamment espacées dans le temps. En bref, en alliant un ensemble d'observations, disons de la fin du ixe siècle, *et les éléments du k.*ĀryBh *au temps d'Āryabhaṭa*, ces auteurs sont parvenus à des valeurs objectives des constantes, à cela près qu'en réalité les longitudes moyennes ne sont qu'en première approximation des fonctions linéaires du temps, sans parler des sommes de sinusoïdes en Jupiter et Saturne.

Le point capital était d'accéder à un raisonnement simple, mais pour l'heure trop scientifique, étant donné l'emprise de la spéculation des yuga. Il s'agissait de parvenir à une reconnaissance de l'expérimentation, à l'abandon de la spéculation que l'observation déniait depuis plusieurs siècles déjà. Nous verrons un de ces intéressants auteurs du Kerala exprimer plus tard très exactement le raisonnement qu'ont tenu ces astronomes aussi authentiques qu'inconnus : si les éléments d'Āryabhaṭa sont incompatibles avec les observations d'aujourd'hui (tout près de 900 A.D.), ils ont dû être précis au temps d'Āryabhaṭa, il y a quatre cents ans. Aussi simple et immédiat qu'il puisse paraître aujourd'hui, c'est là le raisonnement qui s'est fait attendre quatre siècles, quatre siècles qui montrent assez que l'esprit scientifique n'est pas une donnée immédiate de la conscience. Dix autres siècles montreront de surcroît qu'en Inde comme ailleurs l'esprit scientifique n'était pas, non plus, contagieux.

Car la spéculation des yuga va subsister malgré tout et même repartir de plus belle. La spéculation va se parer momentanément, pour sauver les yuga, de l'actualité astronomique des présents travaux dont elle ne laissera passer mot.

Avant d'aborder le résumé de l'étude de cette famille du k.(Lalla), on peut noter que c'est ici le sommet atteint par l'astronomie en Inde. Il faut bien dire que les auteurs n'ont pu s'y maintenir. Or il

appert que si ces astronomes du début du xe siècle avaient fait souche, si cet esprit scientifique avait pu persister en même temps qu'on a persisté à faire des observations, les successeurs n'auraient pas manqué de saisir et commencer à mesurer des faits tout nouveaux pour l'astronomie ancienne, par exemple des termes en puissances supérieures du temps dans les longitudes moyennes, les grandes inégalités de Jupiter et Saturne (2, 1, 5). Dès le xe siècle, l'astronome indien disposait de bon nombre des moyens qui vers 1600 A.D. ont commencé en Europe de transformer complètement les connaissances astronomiques. Mais en Inde à cette époque ces astronomes inconnus ne pouvaient sans doute pas faire école.

6, 3, 2. Les sources des trois canons. — Pour le k.(Lalla) on a d'abord le texte du jeu de bīja qui figure dans le *Śiṣyadhīvṛddhidatantra* de Lalla, avant le milieu du xie siècle et sans doute[1] début du xe, en XIII, 18-20; les deux premiers vers, deux vasantatilakā, figurant déjà en I, 59-60, sont cités dans les commentaires de l'*Āryabhaṭīya*, C. PARAMEŚVARA, *ad* III, 10, et C. NĪLAKAṆṬHASOMAYĀJIN, *ad* IV, 48 (6, 7, 4). Le dernier vers est de mètre puṣpitāgrā.

śāke nakhābdhirahite śaśino 'kṣadasrais
tattuṅgataḥ kṛtaśivais tamasaḥ ṣaḍaṅkaiḥ /
śailābdhibhiḥ suraguror guṇite sitoccāc
chodyaṃ tripañcakuhate 'bhraśarākṣibhakte[2] // 18 //
stamberamāmbudhihate kṣitinandanasya
sūryātmajasya guṇite 'mbaralocanaiś ca /
vyomākṣisāgaraguṇe[3] *vidadhīta labdhaṃ*
śītāṃśusūnucalatuṅgakalāsu[4] *vṛddhim* // 19 //
iti guṇagaṇamaṇḍanāmalāyāḥ
kamalanibhaṃ kamalāsanātmajāyāḥ /
abhimatam abhivandya devatāyāś
caraṇayugaṃ grahakarma dṛkprabhāvāt // 20 //

Pour l'époque de ces bīja, plutôt que 420 śaka, on aurait attendu 421 śaka ou 3600 KY ou 499 A.D. (4, 3, 1). Cependant c'est bien sur l'époque 420 śaka que Brahmadeva les a calculés pour les intégrer

(1) On plaçait Lalla sitôt après Āryabhaṭa parce qu'également *śiṣya* ou « disciple » de celui-ci (4, 3, 6). Connu de Śrīpati, du milieu du xie siècle, l'articulation qu'on verra pour ces canons non spéculatifs (6, 3, 3) fournit le *terminus a quo* de 898 A.D. et l'on peut sans doute situer Lalla au début du xe siècle, avant 931 A.D., avant le *Grahacāranibandhanasaṃgraha,* nous semble-t-il.

(2) Dans une variante °*aśvibhakte* le mot *aśvin* est également un symbole numérique pour « 2 ».

(3) Pour ce bīja de Mercure une variante *vyomāgnivedanihate* porte « 430 ». Mais dans son *Karaṇaprakāśa* Brahmadeva utilise la valeur « 420 » et nous paraît donc garantir la leçon afférente.

(4) La variante °*sūnukujamandakalāsu* relève du souci d'énumérer l'ensemble des trois bīja positifs, mais cela est inutile ou superflu et la leçon originale nous paraît être celle retenue ci-dessus.

dans son *Karaṇaprakāśa* et l'époque des bīja qui mènent du k.*ĀryBh* au k.(Lalla) est ainsi

t_0 : 1314566,2413... KYārdh ou samedi 21 mars 498 A.D. julien vers 5h 48m TCUjj.

En effet, dans son *Karaṇaprakāśa* Brahmadeva formule directement le k.(Lalla). C'est-à-dire que les bīja ci-dessus sont intégrés dans les éléments du k.*ĀryBh* et non pas présentés à la suite de ceux-ci. L'époque du karaṇa est 1531516,25 KYārdh ou vendredi 12 mars 1092 A.D. julien 6h TCUjj.

Le k.*(GCNibS)*A repose sur le jeu de bīja qui figure dans le texte actuel de l'anonyme *Grahacāranibandhanasaṃgraha*, en 19-22a. Dans ce passage les nombres sont assez curieusement libellés dans le système kaṭapayādi, puis dans celui des symboles numériques, inusité ailleurs dans ce texte. Ces vers sont cités par Nīlakaṇṭhasomayājin dans son commentaire de l'*Āryabhaṭīya*, *ad* IV, 48. Le mètre est le śloka :

bhavabhānūnite śāke bījaghne śabaroddhṛte /
phalaṃ liptāviliptāḥ syur jñārārkyah(au) dhanaṃ bhavet // 19 //
candratattuṅgajīvānām ṛṇaṃ kāryaṃ bhṛgor api /
candre bāṇakarā bījaś candrocce manubhūmayaḥ // 20 //
kuje śūnyaśarā jñeyāḥ khāgnivedā budhasya tu /
guroḥ khapañca vijñeyāḥ śukre khāṅganiśākarāḥ // 21 //
śaneḥ śaśikarāḥ proktā rāhoḥ ṣaṇṇavatiḥ smṛtaḥ /

L'époque de ce jeu de bīja est donc 444 śaka, soit 1323332,4496... KYārdh, soit lundi 21 mars 522 A.D. julien vers 10h 48m TCUjj. Le *Grahacāranibandhanasaṃgraha* formule les éléments du k.*ĀryBh* sur l'époque 1472723 KYaud, nombre stipulé au vers 4, soit vendredi 25 mars 931 A.D. julien 6h TCUjj.

Le jeu de bīja sur le k.*ĀryBh* qui constitue le k.*(GCNibS)*B figure en deux textes différents qui portent exactement les mêmes valeurs.

D'une part les vers 17-18 du *Grahacāranibandhanasaṃgraha*, dans la numérotation où ils se présentent dans l'édition de K. V. Sarma, deux śloka et demi où tous les nombres sont cette fois libellés en système kaṭapayādi, comme partout ailleurs dans ce texte, hormis les actuels vers 19-22a qu'on vient de voir à propos du canon précédent :

vibhāvonaśakābdaṃ tu kujādīnāṃ yathākramam /
śivanirūḍhasaṃbhinnaguṇakārair guṇīkṛte // 17 //
māgarāptaṃ viyuk śukragurvor yug jñārasauriṣu /
candratattuṅgapātānāṃ dhanaśeṣalayair hate /
mahāvailakṣyarāgaiś ca labdhaṃ hīnam aher yutam // 18 //

On a d'autre part, donnant le même jeu d'émendations, un vers, de mètre sragdharā, qui se trouve dans plusieurs textes : le CC.PARAMEŚVARA, 1re moitié du XVe s., du C. GOVINDASVĀMIN du *Mahābhāskarīya* (4, 1, 1) *ad* IV, 1; SUNDARARĀJA, 1re moitié du XVIe s.,

Vākyakaraṇavyākhyā, II, 19-21; PUTUMANASOMAYĀJIN, *Karaṇapaddhati*, de 1733 A.D., I, 12. Les nombres sont notés pareillement en kaṭapayādi :

vāgbhāvonāc chakābdād dhanaśatalayahān mandavailakṣyarāgaiḥ
prāptābhir liptikābhir virahitatanavaś candratattuṅgapātāḥ /
śobhānīrūḍhasaṃvidgaṇakanarahatān māgarāptāḥ kujādyāḥ
saṃyuktā jñārasaurāḥ suragurubhṛgujau varjitau bhānuvarjam //

L'époque de ce troisième jeu d'émendations qui définit le k.*(GCNibS)*B est la même que dans le second jeu constituant le k.*(GCNibS)*A, soit 444 śaka.

6, 3, 3. Les trois canons et leur chronologie. — L'unité de temps étant l'année du k.*ĀryBh*, valeur inchangée ici, soit de

$$\frac{1577917500}{4320000} = 365{,}25868\ldots \text{ jours,}$$

soit S le temps en millésime śaka (1, 2, 6) (5, 3, 7), ayant ici

0 śaka : 1161157,3454... KYaud ou mardi 17 mars 78 A.D. julien vers 14h 17m TCUjj,

on a au total ce tableau des trois jeux de bīja transformant du k.*ĀryBh* aux trois canons exempts de spéculation.

Bīja sur le k.*ĀryBh*	k.(Lalla)	k.*(GCNibS)*A	k.*(GCNibS)B*
Lune......	—[(S—420) 25′]/250	—[(S—444) 25′]/235	—[(S—444) 9′]/ 85
Apogée L..	—[(S—420)114′]/250	—[(S—444)114′]/235	—[(S—444) 65′]/134
Nœud L...	—[(S—420) 96′]/250	—[(S—444) 96′]/235	—[(S—444) 13′]/ 32
Mercure....	+[(S—420)420′]/250	+[(S—444)430′]/235	+[(S—444)420′]/235
Vénus.....	—[(S—420)153′]/250	—[(S—444)160′]/235	—[(S—444)153′]/235
Mars.......	+[(S—420) 48′]/250	+[(S—444) 50′]/235	+[(S—444) 45′]/235
Jupiter....	—[(S—420) 47′]/250	—[(S—444) 50′]/235	—[(S—444) 47′]/235
Saturne....	+[(S—420) 20′]/250	+[(S—444) 21′]/235	+[(S—444) 20′]/235

Tandis que nous nous trouvons plus que jamais démunis d'informations textuelles directes, voici que ces trois canons, du fait même qu'ils ne sont pas spéculatifs, ne peuvent nous offrir les ressources d'investigation que procurent si généreusement les canons à yuga. C'est à examiner les relations internes des trois jeux d'émendations qu'on parvient à saisir quelque détail de la chronologie et de l'histoire de ces trois beaux canons.

Considérons la forme générale des bīja dans chacun des trois jeux. Soit *c* le terme en minutes de degré, positif ou négatif, propre à chaque graha et chacun des trois canons conservant sans aucune retouche la longitude moyenne du Soleil du k.*ĀryBh*.

Dans le k.(Lalla) on a pour tous les graha le terme du bīja dans la forme

$$\frac{(S - 420)\, c}{250}$$

avec l'époque de 420 śaka ou en 498 A.D.

Dans le k.*(GCNibS)*A c'est, pour tous les graha également, la forme

$$\frac{(S - 444)\, c}{235}$$

avec l'époque de 444 śaka ou en 522 A.D.

Dans le k.*(GCNibS)*B l'époque est pareillement en 522 A.D. et, sauf pour le sous-ensemble des éléments d'éclipses, on a la même forme que dans le k.*(GCNibS)*A, avec le même diviseur 235, alors que, sauf en Mars, on a les mêmes c que dans le k.(Lalla).

On voit au net comment ces astronomes inconnus ont pris le k.*ĀryBh* au temps d'Āryabhaṭa, comment ils ont su utiliser la réalité qu'avait contenue son œuvre. Les deux époques des bīja, 498 et 522 A.D., montrent leur hésitation devant un problème d'application : quelle année choisir exactement du vivant d'Āryabhaṭa? Les trois canons résultent de trois tentatives successives, sur quelques décennies, pensons-nous, par plusieurs astronomes et dans cet ordre, nous semble-t-il, k.(Lalla), k.*(GCNibS)*A et k.*(GCNibS)*B. On voit de toutes façons l'étroite parenté de ces canons pourtant distincts et qui révèlent malgré tout une articulation interne permettant de situer l'époque de la dernière des séries d'observations qui sont à la base de ces tentatives.

Avec l'habitude de cette littérature astronomique on ne peut manquer d'apercevoir que les deux diviseurs 250 et 235 contiennent une signification et il est visible que dans les k.*(GCNibS)*A et k.*(GCNibS)*B chaque corps de bīja se subdivise en les deux sous-ensembles naturels des éléments, celui des éclipses d'une part et celui des planètes d'autre part. Et ce sont les c communs d'un canon à l'autre qui commencent de révéler la signification des diviseurs. Dans ces multiples cas :

$$\frac{(S - 420)\, c}{250} = \frac{(S - 444)\, c}{235} \quad \text{à 820 śaka ou en 898 A.D.}$$

En 898 A.D. des parties du k.*(GCNibS)*A et du k.*(GCNibS)*B coïncident rigoureusement avec le k.(Lalla). A 820 śaka, soit au vendredi 24 mars 898 A.D. julien :

Quant aux éléments d'éclipses : k.*(GCNibS)*A = k.(Lalla),
Quant aux planètes, sauf Mars : k.*(GCNibS)*B = k.(Lalla).

C'est-à-dire qu'on a commencé d'élaborer ces canons exempts de spéculation sur des observations de 898 A.D. C'est-à-dire que le

k.(Lalla) peut être daté précisément de cette époque et nous pensons qu'il a été suivi quelques années plus tard de la tentative du k.*(GCNibS)*A, avant 931 A.D., époque où nous semble se situer enfin l'élaboration du k.*(GCNibS)*B. C'est pourquoi nous pensons qu'il s'agit d'une courte lignée de deux ou trois astronomes.

Mais il est possible de connaître plus encore de l'histoire de l'élaboration de ces trois canons en utilisant tout ce que contiennent encore les indices dont nous disposons.

6, 3, 4. La procédure et le propos du premier de ces astronomes inconnus. — Si l'un des couples époque-diviseur a été fait pour correspondre exactement à l'autre en 898 A.D., l'habitude de cette littérature astronomique amène à se demander si l'autre couple ne recèle point une signification chronologique. C'est-à-dire que ces coefficients en nombres entiers de minutes de degré auraient été établis

soit en 420+250 = 670 śaka ou 748 A.D.,
soit en 444+235 = 679 śaka ou 757 A.D.

On voit déjà que les deux époques sont très voisines. De toutes façons, pour vérifier l'hypothèse, il suffit de calculer un canon hypothétique, soit le k.Proto(Lalla), où les éléments du k.*ĀryBh* sont affectés des coefficients du k.(Lalla) pris en termes constants, à la façon du k.(ŚaṅkNār) (6, 2, 1). On obtient ainsi les figures 23 et 24 et la comparaison avec les figures 15 et 16 confirme tout à fait l'hypothèse qu'on vient de faire. Nous avons entre autres un témoin d'autant plus important qu'il est assez indépendant de la réalité astronomique : on retrouve en k.Proto(Lalla) l'écart en Mercure du k.(ŚaṅkNār). Tout cela permet de connaître comment a procédé l'auteur du k.(Lalla).

Cet astronome inconnu,

1o — détenant les éléments du k.*ĀryBh* et connaissant la période où a vécu Āryabhaṭa;

2o — disposant d'un ou plusieurs canons spéculatifs du VIIIe ou du commencement du IXe s. corrigeant le k.*ĀryBh* d'émendations en termes constants ou pratiquement constants, tels que le k.(ŚaṅkNār);

3o — pratiquant ou utilisant des observations de 898 A.D.;

s'est aperçu qu'en établissant ces mêmes émendations en fonction du temps et à partir d'une époque à prendre du vivant d'Āryabhaṭa, il justifiait du même coup et très finement la réalité astronomique de son temps, c'est-à-dire en 898 A.D.

Le canon k.Proto(Lalla) est hypothétique en ce sens que notre astronome a pu puiser ces valeurs de coefficients dans plusieurs canons de l'époque et du type du k.(ŚaṅkNār) et les aménager un peu éventuellement.

Nous n'en sommes pas moins fondés à examiner la statistique des écarts de ce k.Proto(Lalla) :

Nº	k.Proto(Lalla)	A.D.	σ'	
1	(00111 00000)	: 746,5 ± 0,9	0',2	
2	(01111 00000)	: 758,3 ± 6,8	2',5	* k.Proto(ŚaṅkNār)A
3	(01101 00000)	: 761,9 ± 10,0	2',9	
4	(01111 00100)	: 763,1 ± 4,7	2',5	
5	(01011 00000)	: 763,5 ± 2,4	0',8	
6	(01011 00100)	: 764,0 ± 1,3	0',7	
7	(00111 01100)	: 769,8 ± 6,9	4',2	
8	(01111 01100)	: 770,5 ± 5,9	3',8	
9	(01111 01111)	: 778,1 ± 7,6	5',6	
10	(01000 01100)	: 778,4 ± 2,5	1',4	* k.Proto(ŚaṅkNār)B
11	(01000 01111)	: 787,2 ± 8,3	5',1	
12	(00000 01111)	: 787,3 ± 9,7	5',9	
13	(01000 00011)	: 814,5 ± (3,2)	(1',1)	* k.(ŚaṅkNār)
14	(01100 00011)	: 815,7 ± (3,7)	(1',3)	

C'est-à-dire que directement ou indirectement, selon qu'il a pris ses coefficients dans un seul ou dans plusieurs de ces canons spéculatifs, l'auteur du k.(Lalla) a utilisé

— les éléments d'éclipses (2) d'un k.Proto(ŚaṅkNār)A dont nous avons déjà surpris les Vénus et Mars finement centrés sur 756 A.D. (6, 2, 2);

— des éléments de Vénus et Mars d'un canon plus récent (10) que ce dernier, soit de 776 à 781 A.D., soit un k.Proto(ŚaṅkNār)B;

— les éléments du k.(ŚaṅkNār) (6, 2, 2) pour Jupiter et Saturne (13), ainsi que son Mercure dont le témoignage n'est pas moins important, comme il a déjà été signalé ci-dessus.

Le ou les auteurs des k.*(GCNibS)*A et k.*(GCNibS)*B ont procédé à d'autres tentatives durant quelques décennies et il est possible que ces essais répétés aient fini par décourager les meilleurs auteurs, faute de pouvoir aller plus loin sans franchir certaines étapes théoriques, faute de pouvoir continuer à exciper plus efficacement encore de l'observation et de la réalité astronomique à l'encontre des yuga et de la spéculation qu'on peut voir renaître dès 904 A.D., avec le k.*VaṭeśvS* que Vaṭeśvara donne à nouveau, dans son *Vaṭeśvara-siddhānta*, comme l'authentique canon révélé jadis par Brahma aux *muni* ou Sages.

6, 4. — LA RÉFECTION DES YUGA DÈS 904 A.D.

LE CANON k.Pseudo-*VaṭeśvS*, **figures 25 et 26**
LE CANON k.*VaṭeśvS*, **figures 27 et 28**

6, 4, 1. Vaṭeśvara et ses ouvrages. — Jusqu'à ces dernières années Vaṭeśvara, fils de Mahadatta, ne nous était connu que par al-Bīrūnī[1], qui rapporte en plusieurs endroits d'un karaṇa, le *Karaṇasāra*, sous le nom de cet auteur. Ce formulaire semble malheureusement n'être pas parvenu jusqu'à nous.

On notera que, d'après les détails qu'en donne al-Bīrūnī, on peut montrer que ce *Karaṇasāra* était justement sur l'époque 4000 KY, en 1461035 KYārdh ou samedi 24 mars 899 A.D. julien, tout près de l'époque où nous plaçons l'élaboration du k.(Lalla) (6, 3, 3).

Le texte du *Vaṭeśvarasiddhānta* a été publié pour la première fois en 1962 sur un unique manuscrit de l'université de Lahore[2]. Les éditeurs ne disent rien de l'état du texte, cependant bien des endroits montrent qu'il laisse sans doute beaucoup à désirer.

On y apprend que Vaṭeśvara est né en 802 śaka ou 880 A.D. et a composé cet ouvrage à vingt-quatre ans révolus, c'est-à-dire en 904 A.D.[3].

L'état du texte publié pose un important problème d'authenticité que l'on peut heureusement débrouiller grâce, une fois de plus, au témoignage des données numériques.

6, 4, 2. Le canon authentique du *Vaṭeśvarasiddhānta*. — Voici tout d'abord l'ensemble des éléments constitutifs du canon dans l'état où ils se présentent aux endroits où le texte actuel énonce directement les révolutions[4] et le nombre de jours au yuga de 4320000 ans[5]. Sauf en Mercure et Mars, les nombres de révolutions sont exactement semblables à ceux du k.$SūryS_2$ qu'on verra plus loin (6, 6, 1). Tel quel cet ensemble d'éléments n'est pas celui du canon contenu à l'origine dans le *Vaṭeśvarasiddhānta*. C'est pourquoi nous l'appellerons k.Pseudo-*VaṭeśvS*.

(1) Trad. Sachau, *Al-Beruni's India*, I, p. 156, 392 ; II, p. 54 sq., 60, 79, 306, 317, 341.
(2) Voir à la bibliographie.
(3) I, I, 21, éd., p. 42.
(4) I, I, 11-14, éd., pp. 34-37.
(5) I, II, 1, éd., p. 43.

	k.Pseudo-*VaṭeśvS*		k.$SūryS_2$
Nombre de jours	1577917564		1577917828
Soleil		4320000	
Lune		57753336	
Apogée		488203	
Nœud		—232238	
Mercure	17937080		17937060
Vénus		7022376	
Mars	2296828		2296832
Jupiter		364220	
Saturne		146568	

Les figures 25 et 26 montrent mieux encore l'effet d'un processus le plus probablement fortuit. Il semble bien qu'à trouver dans les données authentiques du *Vaṭeśvarasiddhānta* plusieurs yugabhagaṇa identiques à ceux du k.$SūryS_2$ postérieur, un copiste ou un commentateur s'est trouvé généraliser la correspondance.

Voici maintenant les valeurs originales du k.*VaṭeśvS.* On les retrouve dans les formules opératoires, en I, v, 15-20, éd., pp. 180-182. Il manque la formule pour Jupiter et par suite de la collision de deux vers le terme 821×10 est à restituer dans la formule de l'apogée :

$$\text{Apogée} : \frac{4320000}{9} + (821 \times 10) = 488210 \text{ révolutions}$$

$$\text{Nœud} : -\frac{4320000}{20} - (8117 \times 2) = -232234$$

$$\text{Mercure} : (4320000 \times 4) + (20533 \times 32) = 17937056$$

$$\text{Vénus} : 32511 \times 216 = 7022376$$

$$\text{Mars} : \frac{4320000}{2} + (34207 \times 4) = 2296828$$

$$\text{Saturne} : \frac{4320000}{30} + (107 \times 24) = 146568$$

D'autre part on mesure en plusieurs endroits[1] que le nombre de jours au yuga est de 1577917560.

En retrouvant très simplement comment Vaṭeśvara a pillé le k.(Lalla) (6, 4, 3), on retrouvera justement ces valeurs de yugabhagaṇa. On a ainsi au total pour le k.*VaṭeśvS*, qui est audayika comme le k.*ĀryBh* et a comme celui-ci la conjonction générale en longitude moyenne au dernier kaliyuga (4, 3, 5), avec

(1) I, I, 16, éd., p. 91 : $4320000\left(365 + \frac{9313}{600 \times 60}\right) = 1577917560$. Au KY il s'est écoulé 6199659,75 yuga de la vie de Brahma ou 24798639 yugapāda, soit, I, I, 18, éd., p. 95 : $\frac{1577917560 \times 24798639}{4} = 9782551985550210$ jours, etc.

$$t' = \text{KYaud}/1577917560$$

k.*VaṭeśvS*	£
Soleil	$4320000^{r}\ t'$
Lune	$57753336^{r}\ t'$
Apogée	$0^{r},25\ +488210^{r}\ t'$
Nœud	$0^{r},5\ -232234^{r}\ t'$
Mercure	$17937056^{r}\ t'$
Vénus	$7022376^{r}\ t'$
Mars	$2296828^{r}\ t'$
Jupiter	$364220^{r}\ t'$
Saturne	$146568^{r}\ t'$

Le k.*VaṭeśvS* original est représenté par les figures 27 et 28.

6, 4, 3. La procédure et le propos de Vaṭeśvara. — Vaṭeśvara a refait les yuga en empruntant la leçon des observations de 898 A.D. et il est facile de voir comment il a procédé.

Prenant les bīja du k.(Lalla) (6, 3, 3), soit c, il suffit d'établir les valeurs de ces émendations à 898 A.D. pour répartir ces quantités sur les 4000 années depuis le Kaliyuga et chercher de combien on doit corriger les yugabhagaṇa. Ainsi conserve-t-on la conjonction générale du k.*ĀryBh* au KYaud et, sacrifiant comme toujours tout ce qui faisait la valeur du k.*ĀryBh*, le nouveau canon à yuga sera pour un temps, au commencement du xe siècle, assez près de la réalité astronomique.

La correction des deux révolutions pour les yugabhagaṇa de la Lune est effectuée en augmentant de 1577917500 à 1577917560 le nombre de jours au yuga. Le Soleil est inchangé, comme dans les canons de la famille du k.(Lalla).

Soit C la correction en révolutions, c étant en minutes de degré, on a

$$C = \frac{400 \times 4320000}{250 \times 4000 \times 21600}\, c = 0{,}08\ c$$

	k.*ĀryBh*	C	Attendu	k.*VaṭeśvS*
Lune	57753336	— 2	57753336	
Apogée	488219	— 9,12	488210	
Nœud	—232226	— 7,68	—232234	
Mercure	17937020	+ 33,6	17937054	17937056
Vénus	7022388	— 12,24	7022376	
Mars	2296824	+ 3,84	2296828	
Jupiter	364224	— 3,76	364220	
Saturne	146564	+ 1,6	146566	146568

Bien entendu la statistique du k.*VaṭeśvS* ne peut que reproduire, de manière un peu relâchée, les C étant arrondis, la réalité astronomique ainsi empruntée dans l'opération.

	k.*VaṭeśvS*	A.D.	σ'
1	(01111 00000)	: 902,5 ± 14,4	5',3
2	(01011 00000)	: 909,7 ± 17,0	5',4
3	(01011 00110)	: 918,3 ± 8,2	4',2
4	(01000 00110)	: 922,3 ± 3,9	1',4
5	(01101 00000)	: 924,6 ± 15,3	3',5
6	(01111 01110)	: 927,5 ± 11,2	6',8
7	(01011 01110)	: 930,3 ± 11,5	6',5
8	(01000 01110)	: 939,0 ± 9,2	4',9
9	(00000 01110)	: 939,6 ± 12,0	6',0
10	(01111 01111)	: 945,3 ± 9,7	8',4
11	(01000 01111)	: 952,8 ± (7,9)	(6',5)
12	(00000 01111)	: 953,0 ± (8,5)	(7',0)

Voici comment s'exprime notre auteur, tout au début de son ouvrage, I, I, 2-3, deux vasantatilakā :

kālakriyāgaṇitagolamahāgamārtha-
jñānaprapañcavimalīkṛtacārudhībhiḥ /
divyaiḥ pradarśitam idaṃ munibhir yad ajñāḥ
kurmo vayaṃ tad avalokya guṇāḥ sa teṣām // 2 //
kiṃ tucchabuddhikṛtadṛṣṭivibheda eṣāṃ
koktaṃ yugaṃ sphuṭam upaiti sadaikato naḥ /
yasmād ataḥ sakalaśāstravicārasāraṃ
prodbhāsyate 'khilam apāratadṛṣṭimārgam // 3 //

« Une fois leur intention profonde bien dégagée par l'étude de tout ce qu'impliquent les grands traités de kālakriyā (*i.e.* la théorie des périodes et des mouvements qu'elle conditionne), de mathématique et de sphérique, voici ce que les divins Sages ont délivré. Nous, ignorant, n'avons fait que nous y conformer, ce (siddhānta est celui) des (Muni ou Sages). » // 2 //

« Comment pourrait-on leur imputer le désaccord avec les observations pratiquées par de pauvres intelligences (humaines)! Chez nous le (système de) yuga révélé par Brahma (= Ka) atteint l'exactitude une fois pour toutes et pour toujours : il se révèle ainsi le fin mot des problèmes étudiés dans tous les traités et satisfait entièrement aux nécessités de l'observation. » // 3 //

Nous croyons apercevoir que, tenants de l'observation, les auteurs des canons de la famille du k.(Lalla) contestaient ouvertement les yuga et s'efforçaient de montrer tout le témoignage des observations et toute la portée de leur raisonnement scientifique.

On voit aussi comment les auteurs comme Vaṭeśvara étaient tout à fait incapables de comprendre le caractère rédhibitoire de ce raison-

nement et de ces travaux. Et Vaṭeśvara ne fait pas mystère de la façon dont il a procédé pour refaire les yuga sur l'actualité astronomique et comme bien d'autres avant et après lui, il se persuade qu'ainsi il a mis la main sur les véritables yuga jadis révélés aux Muni par Brahma.

6, 5. — LE CANON k.*BrSphS*$_2$, figures 29 et 30

6, 5, 1. Les sources. — Le k.*BrSphS* (5, 3) a été bientôt refait à son tour pour aboutir à un k.*BrSphS*$_2$ qui eut grande et durable audience et nous est connu de multiples sources. Soit sous forme d'un jeu de bīja, comme souvent, sur le k.*BrSphS*, soit sous des éléments où ceux-là sont déjà intégrés dans ceux-ci pour donner directement les éléments du k.*BrSphS*$_2$:

— Tout d'abord, donnant le jeu d'émendations, les deux vers qui figurent dans le texte actuel du *Brāhmasphuṭasiddhānta* de Brahmagupta, en I, 59-60, et, bien entendu, ne peuvent être de Brahmagupta, ni du VIIe siècle (5, 3, 2);

— BHOJA, *Rājamṛgāṅka*, karaṇa ou formulaire sur l'époque 1513234 KYaud ou dimanche 21 février 1042 A.D. julien 6h TCUjj, décrivant le k.*BrSphS* avant de donner le jeu d'émendations qui mène au présent canon;

— ŚRĪPATI, *Siddhāntaśekhara*, milieu du XIe siècle, le jeu d'émendations menant du k.*BrSphS* au k.*BrSphS*$_2$ figure en I, 91-93;

— BHĀSKARĀCĀRYA, *Siddhāntaśiromaṇi*, texte daté de 1150 A.D., le jeu de bīja se trouve en *Grahagaṇita*, I, VIII, 7-8;

— Du même BHĀSKARĀCĀRYA, *Karaṇakutūhala*, formulaire sur l'époque 1564737 KYaud ou jeudi 24 février 1183 A.D. julien 6h TCUjj. Les émendations sont intégrées aux éléments du k.*BrSphS*, c'est-à-dire que le formulaire donne directement le k.*BrSphS*$_2$;

— ĀMARĀJA, commentaire du *Khaṇḍakhādyaka* de Brahmagupta (6, 1), où l'on trouve plusieurs jeux de bīja menant du k.*SūryS* (4, 1) au présent canon, par exemple, éd. p. 20, celui de son maître Trivikrama, sur époque de 1180 A.D.

6, 5, 2. Le jeu d'émendations. — Ici les émendations sont apparemment cycliques, en zigzag. Apparemment, car la période est de 12000 ans et en fait ces bīja partent du Kaliyuga et sont destinés à s'accroître proportionnellement au temps jusqu'à 6000 KY, soit jusqu'en 2899 A.D., moment où ils sont censés se mettre subitement à décroître à la même allure pour s'annuler à 12000 KY ou en 8899 A.D.

Encore une fois il s'agit ici d'un jeu d'écritures destiné à modifier les éléments spéculatifs autant que l'exige la réalité astronomique du moment, tout en sauvegardant le plus possible des modalités des yuga aux termes lointains de ces périodes fantastiques.

Ici le soleil moyen est l'objet d'une émendation et la précession des équinoxes est prise en compte[1], sans toutefois remettre en cause la définition sidérale des longitudes (2, 1, 12), c'est-à-dire que t étant en jours KYaud, l'équinoxe vernal a la longitude suivante :

$$\gamma = 0^r{,}1677 - \frac{199669^r}{1577916450000}\, t$$

Soit KY le temps en années depuis le Kaliyuga, on a le jeu d'émendations suivantes[2], en minutes de degré, avec le temps t',

$$t' = \mathrm{KY}/200$$

k.$BrSphS_2$	Émendations sur le k.$BrSphS$
Soleil	$-3'\,t'$
Lune	$-5'\,t'$
Apogée	$-2'\,t'$
Nœud	$-2'\,t'$
Mercure	$+52'\,t'$
Vénus	$-15'\,t'$
Mars	$+1'\,t'$
Jupiter	$-5'\,t'$
Saturne	$+4'\,t'$

On parvient ainsi au canon des figures 29 et 30.

6, 5, 3. La statistique des écarts. — Voici les résultats que donnent les différents essais de la statistique des écarts de ce k.$BrSphS_2$ ainsi défini.

	k.$BrSphS_2$	A.D.	σ'
1	(00000 00111) :	941,7 ± (4,5)	(2′,6)
2	(01011 00111) :	943,6 ± (6,2)	(3′,7)
3	(11011 00111) :	944,2 ± (6,4)	(3′,9)
4	(11000 01111) :	955,9 ± (7,9)	(6′,5)
5	(01000 01111) :	956,0 ± (8,8)	(7′,2)
6	(00000 01111) :	956,2 ± 9,8	8′,1
7	(11011 01111) :	956,5 ± (6,7)	(5′,7)
8	(11111 01111) :	958,1 ± (9,6)	(7′,6)

(1) Voir par exemple, dans le *Siddhāntaśiromaṇi*, en *Golādhyāya*, *Golabandhādhikāra*, 17-19.

(2) Signalons que le *Siddhāntaśekhara* porte pour Mercure le coefficient +62′ et qu'il y a des différences d'une source à l'autre en ce qui concerne les excentricités de Saturne. Par exemple, au lieu des valeurs 30 et 35 du k.$BrSphS$ (5, 3, 3) le *Siddhāntaśiromaṇi* utilise dans les 2e et ρ de Saturne les valeurs respectives de 50 et 40.

	k.$BrSphS_2$	A.D.	σ′	
9	(01111 01111) :	958,1 ± (10,3)	(8′,1)	
10	(11000 01101) :	964,2 ± 1,6	1′,2	
11	(01000 01101) :	964,2 ± 1,8	1′,3	
12	(00000 01101) :	964,2 ± 2,2	1′,6	
13	(11011 01101) :	964,7 ± (3,4)	(2′,6)	
14	(01000 01100) :	967,3 ± 1,5	0′,7	* k.$BrSphS_1$
15	(11111 01101) :	967,3 ± (6,8)	(5′,3)	
16	(11000 01100) :	967,3 ± 1,2	0′,6	*
17	(01111 01100) :	972,0 ± (12,2)	(6′,1)	
18	(11111 01100) :	972,2 ± (11,1)	(5′,5)	
19	(01011 00000) :	1020,9 ± 15,0	1′,0	
20	(11011 00000) :	1024,7 ± 13,6	1′,0	* k.$BrSphS_2$
21	(01111 00000) :	1069,5 ± (15,7)	(2′,3)	
22	(11111 00000) :	1069,7 ± (13,6)	(2′,0)	

Le k.$BrSphS_2$ est manifestement composite et, avec le remaniement des éléments d'éclipses (20), nous paraît dater de la première moitié du XIe siècle, de 1011 à 1038 A.D. Il témoigne assez nettement d'un canon se situant (14) (16) en 966-968 A.D., que nous appellerons k.$BrSphS_1$ et qui représente une autre réfection des yuga peu après l'apparition des canons non spéculatifs de la famille du k.(Lalla).

Rappelons qu'al-Bīrūnī[1] mentionne un karaṇa d'un certain Vijayanandin, intitulé *Karaṇatilaka*, qui ne nous est point parvenu, sauf erreur, et était constitué, à ce qu'il rapporte, sur l'époque 25 mars 966 A.D.

6, 6. — LE CANON k.$S\bar{u}ryS_2$, figures 31 et 32

6, 6, 1. Les éléments du canon et la statistique des écarts. — C'est le canon que contient le trop fameux *Sūryasiddhānta*, traduit par E. Burgess et surtout magistralement commenté par Whitney il y a maintenant plus d'un siècle. Il s'agit d'un texte apocalyptique tout à fait particulier et d'un état de texte qui amène bien des réserves (6, 6, 2).

Les éléments caractéristiques ont déjà été mentionnés (6, 4, 2). Si le k.$S\bar{u}ryS_2$ est ārdharātrika ou en KYārdh comme le k.*SūryS* (4, 1, 2), il présente par contre des excentricités variables à la façon du k.*ĀryBh* (4, 2, 2).

On a, au lieu de la précession, une libration des équinoxes selon une fonction zigzag d'une période de 7200 ans et d'une amplitude de 27°. L'explication de cette fonction est fort simple : elle est destinée à fournir des valeurs nulles à 0 KY et à 3600 KY ou 499 A.D. (4, 3, 1)

(1) Trad. Sachau, *Al-Beruni's India*, I, p. 156, 313, 343 ; II, p. 7, 49 sqq., 60, 79, 90, 205, 377, 379.

tout en rendant compte de valeurs négatives pour le xe siècle et après. En bref, entre —1301 A.D. et 2299 A.D. on a cette simple formule pour cette longitude de l'équinoxe vernal, t étant compté en années à partir de

$$t_0 : 3600 \text{ KY},$$

$$\Upsilon = -\frac{27^\circ}{1800} t.$$

Le k.$S\bar{u}ryS_2$ est manifestement composite et voici ce que donne l'examen des fonctions d'écarts à la lumière de la statistique.

	k.$S\bar{u}ryS_2$	A.D.	σ'	
1	(11100 01011) :	955,0 ± 10,8	8',9	
2	(01100 01011) :	955,1 ± 9,0	7',3	* k.$S\bar{u}ryS_1$
3	(01111 01111) :	1031,0 ± 52,7	52',4	
4	(11111 01111) :	1031,8 ± 48,8	49',9	
5	(01101 00000) :	1186,5 ± 1,8	0',5	
6	(01111 00000) :	1230,3 ± 22,4	8',5	* k.$S\bar{u}ryS_2$
7	(01110 00000) :	1246,7 ± 3,4	1',2	
8	(11111 00000) :	1253,4 ± (35,6)	(17',3)	
9	(01111 00100) :	1268,6 ± (34,9)	(13',2)	
10	(11111 00100) :	1273,3 ± (26,4)	(16',4)	

Quoique de manière assez disparate, l'ensemble des éléments d'éclipses a visiblement été refait, disons vers le milieu du XIIIe siècle (6). Mais, comme dans le k.$BrSphS_2$, on aperçoit un ravaudage de ces yuga ārdharātrika au milieu du Xe siècle, soit un k.$S\bar{u}ryS_1$ qui (2) de 946 à 964 A.D. avait également surgi à la suite des canons de la famille du k.(Lalla).

6, 6, 2. Les particularités du texte du *Sūryasiddhānta*. — Whitney a signalé que ce texte est loin de présenter dans les manuscrits l'unité que lui a conférée l'édition moderne. Le texte serait assez fluctuant d'un manuscrit à l'autre et l'uniformité qu'on voit dans les éditions une illusion due au fait que les multiples éditions n'ont fait que se copier l'une l'autre depuis la première parue en 1859.

Le texte édité présente en outre des anomalies très particulières. Le texte même, I, 9, se donne comme révélé par le Soleil, 2-9, au cours du kṛtayuga, 2, 45, 46, 57, c'est-à-dire il y a quelque trois millions d'années (4, 3, 5). Cela est tout à fait insolite et nous n'en connaissons pas d'autre exemple, même dans un texte apocalyptique, où même l'auteur le plus stupide et le plus délirant ne va jamais jusque-là : dans cette partie du texte édité on a probablement les marques d'un faux assez improvisé d'ailleurs, dans des circonstances particulières, au XIXe siècle.

A considérer le corps de l'ouvrage, il semble s'agir d'un texte qui aurait été signé à l'origine, avant d'être démarqué par un faiseur

d'apocalyptique extrêmement maladroit dans sa hâte : les yuga inégaux à la façon de Brahmagupta (5, 3, 7) qui figurent en I, 17, sont parfaitement incompatibles avec les yugabhagaṇa du canon, I, 29 sqq. L'auteur spéculatif et même le faiseur d'apocalyptique n'ont pas de ces distractions.

Ce k.$SūryS_2$, qui se retrouve dans bon nombre de textes tardifs, a été lui-même pillé par d'autres textes apocalyptiques que par comparaison nous sommes tenté d'appeler normaux et où Brahma ou la Lune le dispute au Soleil pour ce qui est de la révélation :

— *Brahmasiddhānta*, de la *Śākalyasaṃhitā*. Édition de Vindhyeśvarīprasāda, *Jyautiṣasiddhāntasaṃgraha*, Bénarès, 1912, 1917, fasc. I;

— *Vṛddhavasiṣṭhasiddhānta*, *ibid.*, fasc. II. Voir par exemple la vaṃśasthā qui, en II, 2, p. 13, présente exactement les mêmes expressions que *Sūryasiddhānta*, II, 1-2;

— *Somasiddhānta*, *ibid.*, fasc. I.

6, 7. — DEPUIS LE XVe SIÈCLE

6, 7, 1. Parameśvara et son canon k.*DṛgGaṇ*, **figures 33 et 34.** — Parameśvara est un astronome du Kerala dont l'activité a couvert la première moitié du XVe siècle et l'on a de substantielles informations[1] sur cet auteur qui a laissé une bonne quantité d'ouvrages et de commentaires.

Voici le canon que propose Parameśvara dans son ouvrage intitulé *Dṛggaṇita* — titre qu'il faut bien traduire pour une fois, « l'Observation et le calcul » —, daté de 1353 śaka ou 1431 A.D. En I, 6 il revendique expressément la paternité de ce canon.

L'époque étant le KYaud, le temps t en jours et T en années, on a pour ce k.*DṛgGaṇ* l'ensemble d'éléments suivants.

k.*DṛgGaṇ*	£
Soleil.......	$20'22'' + \frac{116^r}{42370}\,t - \frac{1'}{45486}\,t - \frac{1'''}{3000}\,T$
Lune.........	$3^o15'\,2'' + \frac{143^r}{3907}\,t + \frac{1'}{8310}\,t + \frac{1''}{5791}\,T$
Apogée........	$85^o44'26'' + \frac{74^r}{239171}\,t - \frac{1''}{47036}\,t$

(1) Voir à la bibliographie, K. KUNJUNNI RAJA, *Astronomy and mathematics in Kerala*, pp. 136-143.

k.*DṛgGaṇ*	£
Nœud........	$177°24' - \frac{29^r}{197041}\,t - \frac{1'}{92920}\,t - \frac{1''}{4320000}\,T$
Mercure......	$-3°44' + \frac{33^r}{2903}\,t - \frac{1'}{67452}\,t + \frac{1''}{4320000}\,T$
Vénus.........	$-4° + \frac{73^r}{16403}\,t + \frac{1'}{37348}\,t + \frac{34''}{3\times 4320000}\,T$
Mars...........	$3' + \frac{1^r}{687}\,t + \frac{1'}{8719}\,t + \frac{3''}{4320000}\,T$
Jupiter........	$-2°59' + \frac{53^r}{229613}\,t + \frac{1''}{141478}\,t$
Saturne........	$4°\,8' + \frac{13^r}{139955}\,t - \frac{1'}{1395953}\,t$

Parameśvara est un auteur particulièrement documenté et il se flatte d'avoir procédé à quantité d'observations, notamment l'observation d'éclipses, pendant de nombreuses années. Or, en dépit de l'observation et de la documentation, en dépit du k.(Lalla) dont il avait connaissance — dont Nīlakaṇṭhasomayājin retrouvera la signification (6, 7, 4) — Parameśvara produit ce canon des figures 33 et 34, non seulement spéculatif, mais de convergence bien médiocre.

Voici les divers essais de statistique qui auraient pu nous informer si nous n'avions eu ce texte daté et cette paternité avouée.

	k.*DṛgGaṇ*	A.D.	σ'
1	(01011 00110)	: 1427,2 ± 17,0	8',9
2	(01011 00100)	: 1427,5 ± 10,9	5',6
3	(01111 00100)	: 1428,5 ± 9,3	5',0
4	(01111 00110)	: 1429,6 ± 15,4	8',3
5	(01011 00000)	: 1433,5 ± 18,4	6',6
6	(01111 00000)	: 1433,7 ± 12,7	5',4
7	(01011 01110)	: 1446,3 ± 20,0	12',1
8	(01111 01110)	: 1449,0 ± 17,8	11',2
9	(01101 00000)	: 1461,4 ± 3,5	0',9
10	(01111 01111)	: 1464,2 ± 22,8	15',8
11	(01011 01111)	: 1464,9 ± 25,5	17',1
12	(01000 01100)	: 1475,6 ± 15,1	7',2

6, 7, 2. Le canon k.*PārāśS*, figures 35 et 36. — Ainsi qu'un k.*MahāS* que l'on verra plus loin (6, 7, 6), ce canon k.*PārāśS* est contenu dans le texte publié sous le titre de *Mahāsiddhānta*, tandis que les colophons portent celui de *Mahāryabhaṭasiddhānta*. L'ensemble de l'ouvrage décrit le k.*MahāS*, les éléments du k.*PārāśS* sont donnés dans le chapitre II, c'est le *pārāśaryamatāntara*, « l'autre option, le Pārāśarya ».

En bref, ces deux canons ont pour intention de « retrouver » le canon du « grand Āryabhaṭa ». Nous avons vu plusieurs auteurs s'occuper à retrouver le canon révélé par Brahma, ici deux auteurs inconnus se sont proposé de retrouver le véritable canon du fameux astronome. Selon toute apparence ils se sont persuadés que la transmission de l'*Āryabhaṭīya* avait altéré les données originales d'Āryabhaṭa.

Soit dit en passant : il n'y a pas d'Āryabhaṭa II comme vont répétant les manuels et les articles. C'est une méprise qui a fait croire que l'auteur inconnu de ce texte portait le même nom prestigieux.

Pareillement, depuis une soixantaine d'années, à la suite de Śaṅkarabālakṛṣṇa Dīkṣita, les livres vont répétant que le *Mahāsiddhānta* est de *c.* 950 A.D. : il suffit de voir les figures 35 et 36, 43 et 44 pour constater qu'on se trompait de six siècles, le k.*PārāśS* ne remonte pas au delà du milieu du xve siècle, le k.*MahāS* et le texte du *Mahāsiddhānta* le suivent de quelque cinquante ans.

Les deux canons sont visiblement apparentés et nous vérifions ce que dit l'auteur du texte — c'est dire aussi que ce texte était certainement signé et que le nom de l'auteur aura disparu par un accident de colophon —, en présentant le *pārāśaryamata*, en II, 1, *tan mama matatulyam :* il est bien vrai que le k.*PārāśS* donnait des résultats médiocres, mais semblables à ceux du k.*MahāS* aux environs de 1500 A.D. C'est ici un des bons exemples de la bonne foi de l'auteur spéculatif, de cette bonne foi que nous avons les moyens de mesurer maintenant. Un exemple aussi du retour à la réalité du moment, quoique bien incomplet et fort médiocre.

Voici les éléments du k.*PārāśS*, l'époque étant le KYaud et t en jours, on a avec

$$t' = t/1577917570000.$$

k.*PārāśS*	$\mathcal{L}$
Soleil........	$4320000000^r\ t'$
Lune..........	$0^r,0005 + 57753334515^r\ t'$
Apogée.........	$0^r,3478 + 488104634^r\ t'$
Nœud.........	$0^r,5755 - 232313235^r\ t'$
Mercure.......	$0^r,9758 + 17937055474^r\ t'$
Vénus.........	$0^r,9916 + 7022372148^r\ t'$
Mars........	$0^r,9979 + 2296833037^r\ t'$
Jupiter........	$0^r,9918 + 364219954^r\ t'$
Saturne.....	$0^r,9971 + 146571813^r\ t'$

Ce qu'il faut bien appeler la longitude de l'équinoxe de printemps obéit ici à la libration suivante :

$$\gamma = \text{ang sin } [\sin (0^r{,}5003+581709^r\, t') \sin 24^o].$$

La statistique des écarts donne les divers résultats suivants :

	k.*PārāśS*	A.D.	σ′	
1	(11111 11111) :	1320,7 ± (77,2)	54′,8	
2	(11111 11110) :	1419,4 ± 25,0	16′,6	
3	(10000 01110) :	1451,4 ± 12,0	5′,4	
4	(11111 01110) :	1456,9 ± 26,0	12′,7	
5	(01111 01110) :	1456,9 ± 28,1	13′,8	
6	(11000 01110) :	1459,3 ± 18,6	8′,6	
7	(01101 00000) :	1459,9 ± 2,6	0′,2	*
8	(11101 01010) :	1490,7 ± (9,5)	(4′,5)	
9	(01000 01010) :	1491,2 ± 8,9	3′,1	
10	(01101 01010) :	1492,6 ± 6,9	2′,8	

Ainsi le k.*PārāśS* semble dater plus précisément(7) de 1457-1463 A.D.

6, 7, 3. Le canon k.Rāma, **figures 37 et 38.** — Le k.Rāma est une réfection du k.*BrSphS*₂ (6, 5, 2) que nous fait connaître Sumatiharṣagaṇi, vers 1600 A.D., dans son commentaire du *Karaṇakutūhala* de Bhāskarācārya (6, 5, 1), *ad* I, fin, les « bīja de Rāma », contenus dans les trois śloka ainsi présentés : *atha granthārambhato yāvatpramāṇaṃ bījaṃ tatpatre likhitaṃ paraṃ svalpāntaratvād upekṣitaṃ rāmabījam ādhunikagaṇakair uktaṃ likhyate* /

kalādvayaṃ dhanaṃ sūrye candre tithikalā ṛṇam /
bhaume svaṃ kalikāśītir budhe saptaśatī dhanam //
gurāv ṛṇaṃ khanandaikā tathā śukre khabhāni ca /
śanau dhanaṃ khanandāś ca triṃśat svarṇoccapātayoḥ //
evaṃ kṛto 'dhunā kheṭā jāyante ca tadā dhruvam /
nāḍikāyantrayogyāś ca grahaṇādiṣu sarvadā //

C'est-à-dire l'ensemble d'émendations suivantes.

k.Rāma	Émendations sur le k.*BrSphS*₂
Soleil	+ 2′
Lune	— 15′
Apogée	+ 30′
Nœud	+ 30′
Mercure	+ 700′
Vénus	— 270′
Mars	+ 80′
Jupiter	— 190′
Saturne	+ 90′

Sumatiharṣagaṇi donne ensuite un autre ensemble de bīja qui mène au k.RāmC (6, 7, 7). Voici les différentes épreuves auxquelles on peut soumettre les données du présent canon.

	k.Rāma	A.D.	σ′
1	(01110 00000)	: 1401,9 ± 4,2	0′,3
2	(00111 00000)	: 1422,0 ± 16,1	1′,6
3	(01111 00000)	: 1424,6 ± (11,7)	(1′,5)
4	(01101 00000)	: 1430,8 ± (12,9)	(1′,3)
5	(01111 00100)	: 1441,5 ± 9,9	1′,6
6	(01011 00100)	: 1458,3 ± 7,7	0′,9
7	(00000 01110)	: 1486,2 ± 11,7	5′,6
8	(01000 01100)	: 1489,7 ± 5,9	2′,9
9	(01111 01100)	: 1490,0 ± 7,5	4′,0
10	(11111 01110)	: 1490,0 ± 12,9	7′,2
11	(01000 01110)	: 1490,4 ± 12,4	6′,2
12	(01111 01110)	: 1493,3 ± 11,1	6′,1

Le k.Rāma semble pouvoir être daté de 1484-1496 A.D. (8) et l'on remarquera qu'il atteint une précision assez honorable pour un canon tardif.

6, 7, 4. Les canons de Nīlakaṇṭhasomayājin, le k.*SDarp*, **figures 39 et 40.** — Le k.*SDarp* ainsi que le canon suivant, le k.*TantrS* (6, 7, 5), nous sont fournis par un successeur de Parameśvara (6, 7, 1) au Kerala, Nīlakaṇṭhasomayājin ou °Somasutvan, né très exactement le mardi 5 juin 1444 A.D. julien. Le k.*SDarp* est contenu dans son ouvrage intitulé *Siddhāntadarpaṇa* et le k.*TantrS* est exposé dans un autre ouvrage, le *Tantrasaṃgraha*, composé du 21 au 26 mars 1500 A.D.

Les graphiques montrent que les éléments des deux canons sont objectifs et cependant les deux textes montrent aussi que ces deux canons demeurent spéculatifs malgré tout, à un certain degré, quoique la spéculation n'y figure plus que d'une façon quasi nominale. Nous surprenons une autre étape de la spéculation : celle-ci se trouve totalement supprimée dans les faits — elle n'a aucune incidence pratique sur les vingt-quatre siècles dans le couple de graphiques —, mais elle se réfugie maintenant aux extrémités des périodes fantastiques. Par exemple, au dernier kaliyuga, il n'y a plus de conjonction générale — il s'en faut de 5, 10, 12, 16 et 36 degrés, ce n'est plus qu'un très lâche rassemblement comme il s'en trouve très souvent, disons tous les soixante ans —, c'est au début du kalpa, il y a des millions et des millions d'années qu'on situe encore une conjonction générale.

Du fait que leurs éléments ne sont pas, en fait, spéculatifs, ce ne sont pas les deux canons qui peuvent nous renseigner sur la manière dont ils ont été élaborés, par Nīlakaṇṭhasomayājin très certainement. Cette fois c'est l'auteur qui nous informe et son propos est particulièrement intéressant.

Voici qu'en effet Nīlakaṇṭhasomayājin se met à formuler le raisonnement qu'ont nécessairement tenu et formulé les auteurs des canons de la famille du k.(Lalla) (6, 3, 1). Voici ce qu'il dit dans son commentaire de l'*Āryabhaṭīya*, édition de Trivandrum, vol. III, p. 149, introduisant un des jeux de bīja de cette famille du k.(Lalla) :

kalyabde tāvat ṣaṣṭivargaparimita āryabhaṭoktabhagaṇādyānītamadhyamādikaṃ prāyaśo dṛksamam abhūd iti tatprāmāṇyād avasīyate / taduktabhagaṇādīnāṃ nānāpratipādanāt tatprabhṛti grahagateḥ kramena sthūlatā syāt / tatas tatparihārārtham anyair api saṃskārāḥ pradarśitāḥ /

« Étant donné l'autorité d'Āryabhaṭa, il y a lieu de poser que les longitudes moyennes et autres (éléments) résultant de ses bhagaṇa étaient alors, en 3600 KY (499 A.D.), suffisamment proches de (ceux de) l'observation. Si, depuis, les positions (du k.*ĀryBh*) se sont montrées de plus en plus grossières, cela est dû aux divers effets des bhagaṇa qu'il avait donnés. C'est pour cela et dans le but d'y remédier que d'autres encore ont énoncé les émendations (suivantes). »

L'époque du k.*SDarp* est très particulière, le canon est audayika, mais l'époque des éléments est antérieure d'un dixième de jour au KYārdh :

$$t = \text{KYārdh} + 0{,}1$$

et l'on a les éléments suivants, avec

$$t' = t/1577917839500$$

k.*SDarp*	£
Soleil........	$4320000000^r\, t'$
Lune........	$0^r{,}0007 + 57753332321^r\, t'$
Apogée......	$0^r{,}3306 + 488123318^r\, t'$
Nœud.......	$0^r{,}5585 - 232296745^r\, t'$
Mercure.....	$0^r{,}9704 + 17937074712^r\, t'$
Vénus.......	$0^r{,}0984 + 7022270552^r\, t'$
Mars........	$0^r{,}9679 + 2296862137^r\, t'$
Jupiter......	$0^r{,}0437 + 364160611^r\, t'$
Saturne.....	$0^r{,}0072 + 146571016^r\, t'$

Quant à la longitude de l'équinoxe vernal, soit KY le millésime kaliyuga entre 1800 et 5400 KY, on a

$$\gamma = 27^o \left(1 - \frac{\text{KY} - 1800}{1800}\right).$$

6, 7, 5. Le canon k.*TantrS*, **figures 41 et 42.** — Cet autre canon de Nīlakaṇṭhasomayājin (6, 7, 4), résultant de son *Tantrasaṃgraha*, est audayika et cette fois le temps t est en jours KYaud, avec

$$t' = t/1577917500.$$

k.*TantrS*	$\mathfrak{L}$
Soleil........	$4320000^r\, t'$
Lune........	$4°45'46'' + 57753320^r\, t'$
Apogée......	$119°17'\ 5'' + 488122^r\, t'$
Nœud.......	$202°20' - 232300^r\, t'$
Mercure.....	$359°24' + 17937048^r\, t'$
Vénus.......	$36°13' + 7022268^r\, t'$
Mars........	$347°47' + 2296864^r\, t'$
Jupiter......	$12°10' + 364180^r\, t'$
Saturne.....	$347°20' + 146612^r\, t'$

L'équinoxe est calculé de la même façon que dans le k.*SDarp*.

6, 7, 6. Le canon k.*MahāS*, **figures 43 et 44.** — Nous avons déjà brièvement traité de la source du présent canon et de ses relations avec le k.*PārāśS* (6, 7, 2).

Le k.*MahāS* est audayika et l'époque des éléments est celle de KYaud et t étant en jours, on a

$$t' = t/1577917542000$$

k.*MahāS*	$\mathfrak{L}$
Soleil........	$4320000000^r\, t'$
Lune........	$57753334000^r\, t'$
Apogée......	$0^r{,}344 + 488108674^r\, t'$
Nœud.......	$0^r{,}576 - 232313354^r\, t'$
Mercure.....	$0^r{,}976 + 17937054671^r\, t'$
Vénus.......	$0^r{,}992 + 7022371432^r\, t'$
Mars........	$2296831000^r\, t'$
Jupiter......	$0^r{,}992 + 364219682^r\, t'$
Saturne.....	$146569000^r\, t'$

Et l'on a pour la longitude de l'équinoxe de printemps, la libration suivante :

$$\gamma = \text{ang sin } [\sin (0^r{,}504 + 578159^r\, t') \sin 24°].$$

Le présent canon a été élaboré au commencement du XVIe siècle ou plus précisément, semble-t-il (8), de 1510 à 1514 A.D.

	k.*MahāS*	A.D.	σ′
1	(11111 11110)	: 1423,1 ± 31,4	19′,4
2	(10000 01110)	: 1459,2 ± 13,3	6′,1
3	(11000 01110)	: 1467,9 ± 21,0	9′,8
4	(01111 01110)	: 1474,3 ± (22,7)	(13′,3)
5	(11111 01110)	: 1474,3 ± (21,0)	(12′,4)
6	(11101 01000)	: 1510,5 ± 13,8	5′,3
7	(11101 01010)	: 1510,8 ± 12,8	5′,3
8	(01101 01000)	: 1511,9 ± 2,1	0′,9
9	(01101 01010)	: 1512,1 ± 9,0	3′,8
10	(01101 00000)	: 1519,2 ± (8,9)	(1′,0)
11	(11101 00000)	: 1577,4 ± 29,2	3′,6

6, 7, 7. Le canon k.RāmC, **figures 45 et 46.** — C'est encore une autre réfection du k.*BrSphS*₂ (6, 5, 2), faisant descendre un siècle plus bas que la zone de convergence du k.Rāma (6, 7, 3).

Après avoir donné les *rāmabīja* de ce dernier, Sumatiharṣagaṇi continue, dans son commentaire du *Karaṇakutūhala: etāny api sāntarāṇi jñātvā rāmacandrācāryaiḥ kṛtāni tāny api likhyante* / « ayant reconnu qu'ils présentaient aussi des écarts (avec les observations) maître Rāmacandra en a établis d'autres encore que voici ».

Ce sont de nouveau des bīja en termes constants qui écartent la gerbe spéculative de façon à faire descendre encore le nœud des fonctions d'écarts. Les bīja concernant le Soleil, l'apogée et le nœud de la Lune, ainsi que celui de Jupiter sont repris purement et simplement du k.Rāma.

k.RāmC	Émendations sur le k.*BrSphS*₂
Soleil.......	+ 2′
Lune........	— 34′
Apogée......	+ 30′
Nœud.......	+ 30′
Mercure.....	+ 60′
Vénus.......	— 300′
Mars........	+ 130′
Jupiter......	— 190′
Saturne.....	+ 280′

Ce k.RāmC semble pouvoir être situé au milieu du XVIᵉ siècle (3).

	k.RāmC	A.D.	σ′
1	(11111 01010)	: 1542,2 ± 10,3	5′,2
2	(11111 00010)	: 1549,4 ± 36,0	5′,7
3	(01000 01010)	: 1552,6 ± 9,1	3′,4
4	(11111 00000)	: 1556,7 ± 66,2	6′,4
5	(11111 01110)	: 1573,9 ± 25,2	14′,7
6	(00111 00000)	: 1581,5 ± 17,0	1′,6
7	(01000 01110)	: 1595,0 ± 28,6	14′,3
8	(01000 01111)	: 1616,2 ± 61,0	27′,9
9	(01110 00000)	: 1644,9 ± (42,7)	(3′,5)

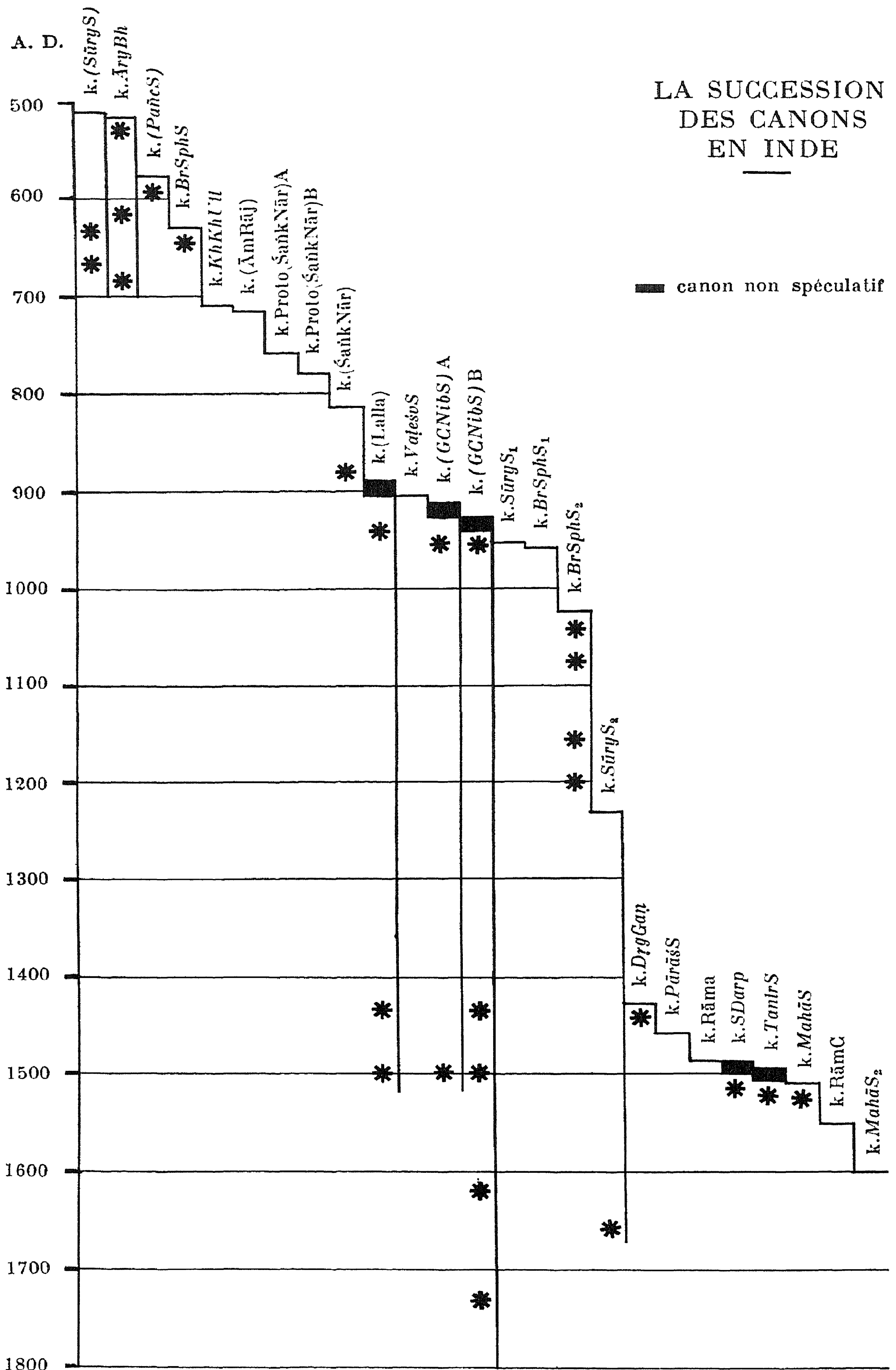
6, 7, 8. Le canon k.*MahāS*$_2$, **figures 47 et 48.** — Ce k.*MahāS*$_2$ résulte d'un jeu de bīja qui s'est introduit dans le texte du *Mahāsiddhānta* (6, 7, 2), corrigeant le k.*MahāS* (6, 7, 6), et ne peut bien entendu relever du texte original. Le texte portant ces émendations se trouve en I, 52-55 du texte actuel et d'ailleurs ne figure pas dans tous les manuscrits utilisés par l'éditeur, Sudhākaradvivedin.

On a le jeu d'émendations suivant, avec le t' du k.*MahāS* (6, 7, 6).

k.*MahāS*$_2$	Émendations sur le k.*MahāS*
Soleil........	+ (200000^r/ 384) t'
Lune........	— (200000^r/ 485) t'
Apogée......	+ (200000^r/ 935) t'
Nœud.......	— (200000^r/1054) t'
Mercure.....	+ (200000^r/ 132) t'
Vénus.......	+ (200000^r/4377) t'
Mars........	— (200000^r/ 206) t'
Jupiter......	— (200000^r/ 59) t'
Saturne.....	— (200000^r/2843) t'

Ce canon est tellement informe qu'on ne saurait utiliser la statistique des écarts pour situer plus précisément l'époque de son élaboration.

	k.*MahāS*$_2$	A.D.	σ′
1	(10000 01110)	: 1433,5 ± 65,7	33′,7
2	(11111 11100)	: 1444,4 ± 32,7	19′,6
3	(11000 01110)	: 1453,9 ± 76,6	38′,9
4	(01000 11000)	: 1456,1 ± 37,7	22′,2
5	(11111 11000)	: 1461,8 ± 29,3	16′,3
6	(11111 11110)	: 1465,4 ± (42,3)	(31′,2)
7	(11111 01110)	: 1476,1 ± 63,9	33′,2
8	(01111 01110)	: 1476,4 ± 69,5	35′,6
9	(11111 00000)	: 1595,1 ± (83,8)	(12′,9)


LA SUCCESSION DES CANONS EN INDE
canon non spéculatif
A. D.
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
k.(SūryS)
k.ĀryBh
k.(PañcS)
k.BrSphS
k.KhKhUtt
k.(ĀmRāj)
k.Proto(ŚaṅkNār)A
k.Proto(ŚaṅkNār)B
k.(ŚaṅkNār)
k.(Lalla)
k.VaṭeśvS
k.(GCNibS)A
k.(GCNibS)B
k.SūryS$_1$
k.BrSphS$_1$
k.BrSphS$_2$
k.SūryS$_2$
k.DṛgGaṇ
k.PārāśS
k.Rāma
k.SDarp
k.TantrS
k.MahāS
k.RāmC
k.MahāS$_2$

CONCLUSION

Presque toutes les conclusions, y compris les plus importantes, se trouvent avoir pris place un peu partout dans l'introduction, il reste seulement à prendre une vue d'ensemble de cette longue histoire et tenter quelques réflexions.

Tout d'abord, au terme de cette étude qui doit être considérée comme un commencement et non pas comme une fin, qu'il nous soit permis de souligner combien l'histoire de l'astronomie indienne se trouve maintenant profondément renouvelée, voire inaugurée, combien était insoupçonné l'étonnant alliage de spéculation et de travaux authentiques, en dépit de la tentative de Bentley, insoupçonnés les remarquables travaux non spéculatifs au commencement du xe siècle, inattendu ce tome certainement le plus curieux de toute l'histoire de l'astronomie ancienne et l'un des plus intéressants de l'indologie et de l'histoire des idées.

En ordonnant au long des siècles les vingt-cinq canons indiens que nous avons identifiés ou croyons déceler, figure ci-contre, on peut vérifier qu'on a bien dès à présent une vue d'ensemble de toute l'astronomie en Inde, même si plus ou moins de canons et des textes ne nous sont point parvenus ou se trouvent encore enfouis dans les textes et les manuscrits. Dans ce synoptique, l'astérisque signale l'auteur ou le texte qui non seulement nous fait connaître, mais professe aussi ledit canon. Par exemple, la *Karaṇapaddhati* de Putumanasomayājin, datée de 1733 A.D., est une de nos sources pour le k.*ĀryBh* (4, 2, 1), mais l'ajoutant de bīja, c'est le k.*(GCNibS)*B qu'elle préconise (6, 3, 2) et non pas le k.*ĀryBh*. Tandis que Munīśvara s'en tient au k.$S\bar{u}ryS_2$ et nous verrons justement en quels termes un peu plus loin.

On peut voir que les canons se sont rapidement substitués les uns aux autres, conséquence de la spéculation et illustration de la permanence des travaux astronomiques en Inde, sinon de leur continuité. Seuls les trois canons non spéculatifs du xe siècle ont pu être employés sur plusieurs siècles, tous les autres n'ont eu qu'une carrière éphémère, à l'exception des deux canons d'Āryabhaṭa qui se trouvent avoir duré près de deux siècles.

Mieux encore que l'histoire d'une des connaissances qui ont cheminé à travers la culture indienne, de par la nature des matériaux en jeu et l'investigation à laquelle ils se prêtent, cette histoire de l'astronomie indienne permet de saisir sur pièces et mesurer dans le temps un mécanisme fondamental de l'indianité. Elle permet de mesurer comment l'apparente obsession du passé entraînait précisément l'oblitération des choses du passé. C'est ainsi que cette culture a prodigieusement conservé quantité de textes des plus anciens, mais

n'avait rien retenu de son histoire, à très peu près, et absolument rien de son archéologie, ni même de sa paléographie.

En un mot il s'agit d'une vue du passé typiquement religieuse, qui n'empêche pas en fait d'incessantes innovations, mais, quelles qu'elles soient, les pare de conformité et les ajoute aussitôt à cette coction permanente du passé et ce faisant stérilise tout ce qui pourrait faire progrès. On n'aperçoit nulle part ici d'interdit ou d'anathème, de persécution de la connaissance. On pourrait dire au contraire, car lorsqu'une connaissance surgit elle est bientôt absorbée dans une certaine mesure et, aussitôt indienne de tout temps, est bien plus efficacement conjurée que par l'anathème, ce qu'elle contenait de plus important se dissipe dans le silence, aussi sûrement qu'une rivière dans les sables.

A cela s'ajoutent les effets d'une sorte d'autodafés bien plus efficaces aussi. En raison du climat et surtout de la vermine, la conservation matérielle du manuscrit était extrêmement précaire. De sorte que nous n'avons en gros que les textes que les générations successives étaient intéressées à reconduire, à faire recopier et cela fausse certainement, par endroits et pas seulement en ce qui concerne l'astronomie, notre perspective des choses de l'Inde. Nous en saisissons un exemple ici : sans leurs bīja et surtout sans les ressources très spéciales de ces matériaux, nous ne saurions absolument rien des meilleurs canons de l'astronomie indienne. Très certainement parce que ces auteurs inconnus ont ouvertement et sans aucun doute très vigoureusement contesté les yuga. Nous n'avons aucun texte, aucune citation et pas même les noms de ces esprits forts que fustigent d'un mot çà et là les auteurs à succès et justement soucieux d'orthodoxie et d'Écritures.

Faisons en passant une remarque importante, au moins en ce qui concerne l'astronomie. Il est certain qu'il a manqué à l'Inde un centre de culture permanent et de grandes bibliothèques. L'absence d'une géographie indienne alors que l'astronomie a atteint ce niveau, nous paraît caractéristique de cette carence. Et manifestement les cours des royaumes et des empires ne s'attachaient que des panégyristes et des astrologues et sans doute ces empires ont-ils été et plus superficiels et bien plus fugaces qu'il ne paraît.

De toute manière, avec l'habitude de la littérature astronomique indienne on s'émerveille de voir un Ptolémée disposer d'une documentation où il peut connaître d'observations babyloniennes vieilles de plus de huit siècles. Même lorsqu'elle était relativement abondante, l'astronome indien n'a certainement jamais eu qu'une documentation partielle et partiale et, sauf peut-être au VIe siècle, il faut bien voir qu'aucun d'eux n'a jamais su à la fois tout ce que nous parvenons à reconstituer jusqu'à son temps.

Enfin et surtout il faut remarquer comment cette sacralisation de la connaissance sécrète pareillement ce qu'on pourrait appeler l'anti-connaissance et comment l'anti-connaissance s'élabore justement chez le dépositaire de la technique.

Voici l'un des exemples les plus caractéristiques, un auteur du XVIIe siècle, Munīśvara, et pour bien comprendre la portée de ce qu'il dit il importe de considérer ce que valaient au XVIIe siècle les k.$BrSphS_2$ (figures 29 et 30) et k.$S\bar{u}ryS_2$ (figures 31 et 32). Au demeurant confit en orthodoxie scripturaire, voici l'un des raisonnements purement techniques de Munīśvara, qui a fait lui-même un commentaire de son texte :

yat tu śrīpatisiddhāntaprāmāṇyāt sacchiromaṇau (1) /
vṛddhikṣayātmakaṃ bījaṃ bahvabdair (2) *gaditaṃ tathā* //
dāmodarādyair anyac ca tathedānīṃtanaiḥ smṛtam /
tad asad yuktyabhāvāc (3) *ca nṛdṛṣṭyaviṣayatvataḥ* (4) //

Siddhāntasārvabhauma, I, 119 et 120

Commentaire : (1) *na tu sad iti cchedaḥ* /
(2) *tad upahāsavyañjakam* /
(3) *bījaphalasya golayuktisiddhatvābhāvād ity arthaḥ* /
(4) *tena nṛdṛṣṭyaviṣayatvāc ceti phalitam* /

« Sur l'autorité du siddhānta de Śrīpati, il (Bhāskarācārya) énonce dans le ci-devant excellent *(Siddhānta)śiromaṇi* un bīja tantôt positif, tantôt négatif, au long d'une énorme période qui témoigne assez du ridicule de la chose. Or voilà que ceux d'à présent, Dāmodara et autres, en préconisent un autre. Cela est aberrant, puisqu'il est démontré maintenant que les bīja sont résolument démentis par la réalité, puisque, c'est démontré aussi, on ne saurait connaître de ces choses par l'observation. »

Munīśvara en arrive même à s'en prendre au texte du *Sūryasiddhānta* (6, 6, 2) alors qu'il reproduit ce k.$S\bar{u}ryS_2$ dans son propre ouvrage, le *Siddhāntasārvabhauma :*

golaṃ badhvetyādi sauravākyād yantrādivedhataḥ /
svasādhyaṃ tu khage bījaṃ deyaṃ pratyakṣatattvataḥ //
yuktyasiddham api svalpavarṣair vṛddhyātmakaṃ matam /
yad vā kṣayātmakaṃ ced yad asādhyaṃ tyājyam eva tat //

Ibid., I, 121 et 122.

« Le Sūryasiddhānta a beau dire *golaṃ badhvā* ... (VIII, 12), à procéder à des observations avec des instruments, etc., ce n'en est pas moins par soi-même qu'on arrive à ce bīja s'appliquant à l'astre et au bout de quelques années la réalité du moment montre qu'il est démenti aussi, en trop ou en moins : il faut absolument rejeter ce qu'on n'arrive jamais à déterminer. »

L'auto-commentaire ajoute : *yad bījaṃ kenacid uktaṃ tac cet svāsādhyaṃ tarhi tyājyam upekṣyam* / « quelque bīja que propose quelqu'un, dès l'instant qu'il l'a obtenu par lui-même on doit le considérer comme à rejeter ».

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE II

EXPOSÉ DE MÉTHODE

2, 1. L'épreuve du canon ancien

2, 2. Le canon exempt de spéculation, figures 1 et 2

2, 3. Le canon spéculatif et son expression statistique

CHAPITRE III

CHAPITRE IV

L'APPARITION DES YUGA VERS 510 A.D.
ĀRYABHAṬA

4, 1. Le canon k.*(SūryS)*, figures 3 et 4

4, 2. Le canon k.*ĀryBh*, figures 5 et 6

4, 3. Āryabhaṭa, l'œuvre et l'intention

CHAPITRE V

LES VI[e] ET VII[e] SIÈCLES
LA CONSÉCRATION DES YUGA ET DE L'ASTRONOMIE

5, 1. Varāhamihira et le canon k.*(PañcS)*, figures 7 et 8

5, 2. Bhāskara, disciple d'Āryabhaṭa

5, 3. Brahmagupta et le canon k.*BrSphS*, figures 9 et 10

5, 4. L'institution de l'astronomie indienne

Chapitre VI

AU FIL DES SIÈCLES

6, 1. Commencement du VIIIe siècle

Le canon k.*KhKhUtt*, **figures 11 et 12**
Le canon k.(ĀmRāj), **figures 13 et 14**

6, 2. Commencement du IXe siècle

Le canon k.(ŚaṅkNār), **figures 15 et 16**

6, 3. Vers 900 A.D. Les canons exempts de spéculation

Les canons k.(Lalla), **figures 17 et 18**
k.*(GCNibS)*A, **figures 19 et 20**
k.*(GCNibS)*B, **figures 21 et 22**
L'hypothétique k.Proto(Lalla), **figures 23 et 24**

IMPRESSION TYPO ET OFFSET
IMPRIMERIE A. BONTEMPS
LIMOGES (FRANCE)
Dépôt légal : 2e trimestre 1972

FIGURES

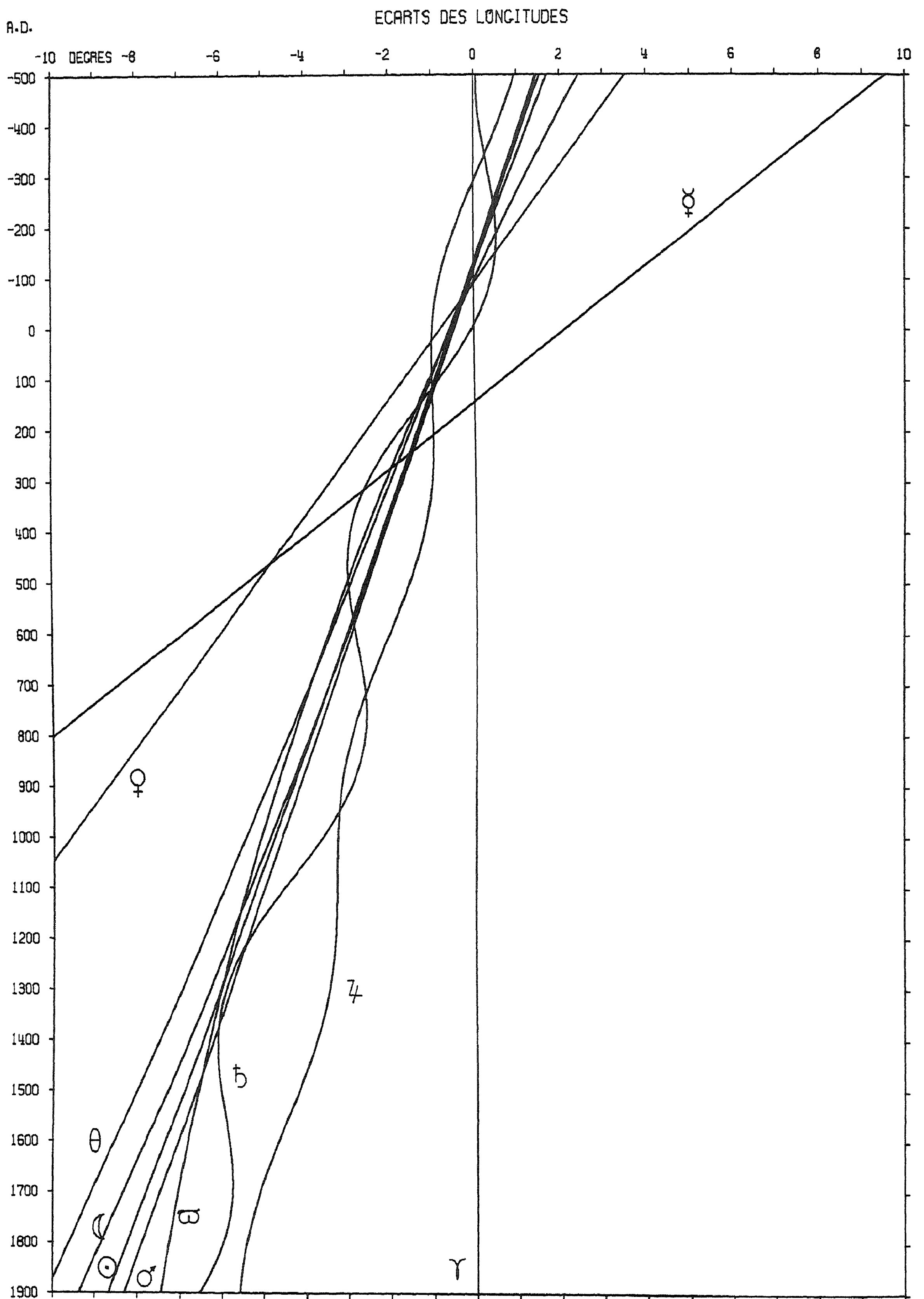


Fig. 1. Le k.ΜαθΣυντ, écarts des longitudes.

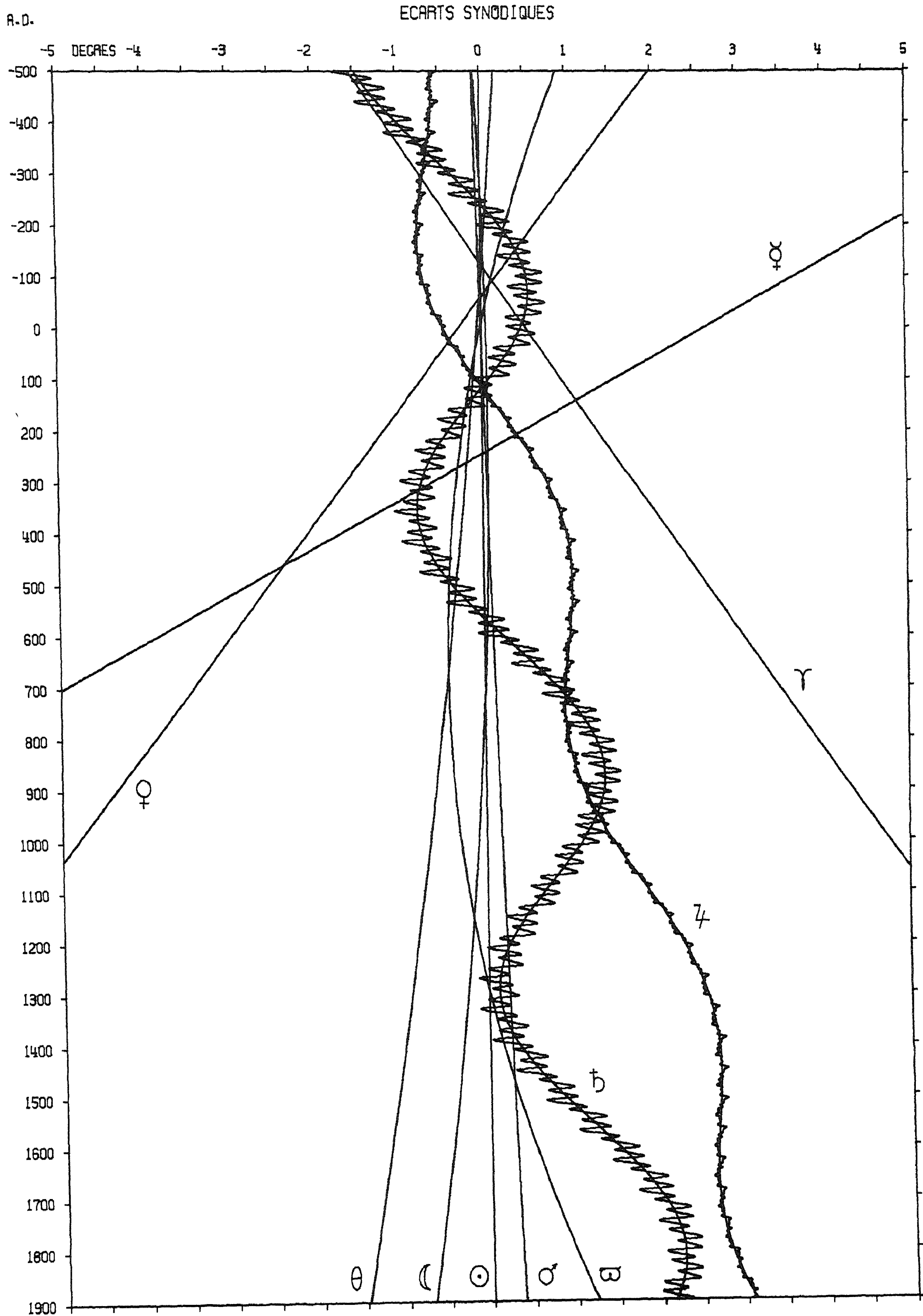


Fig. 2. Le k.ΜαθΣυντ, écarts des synodies.

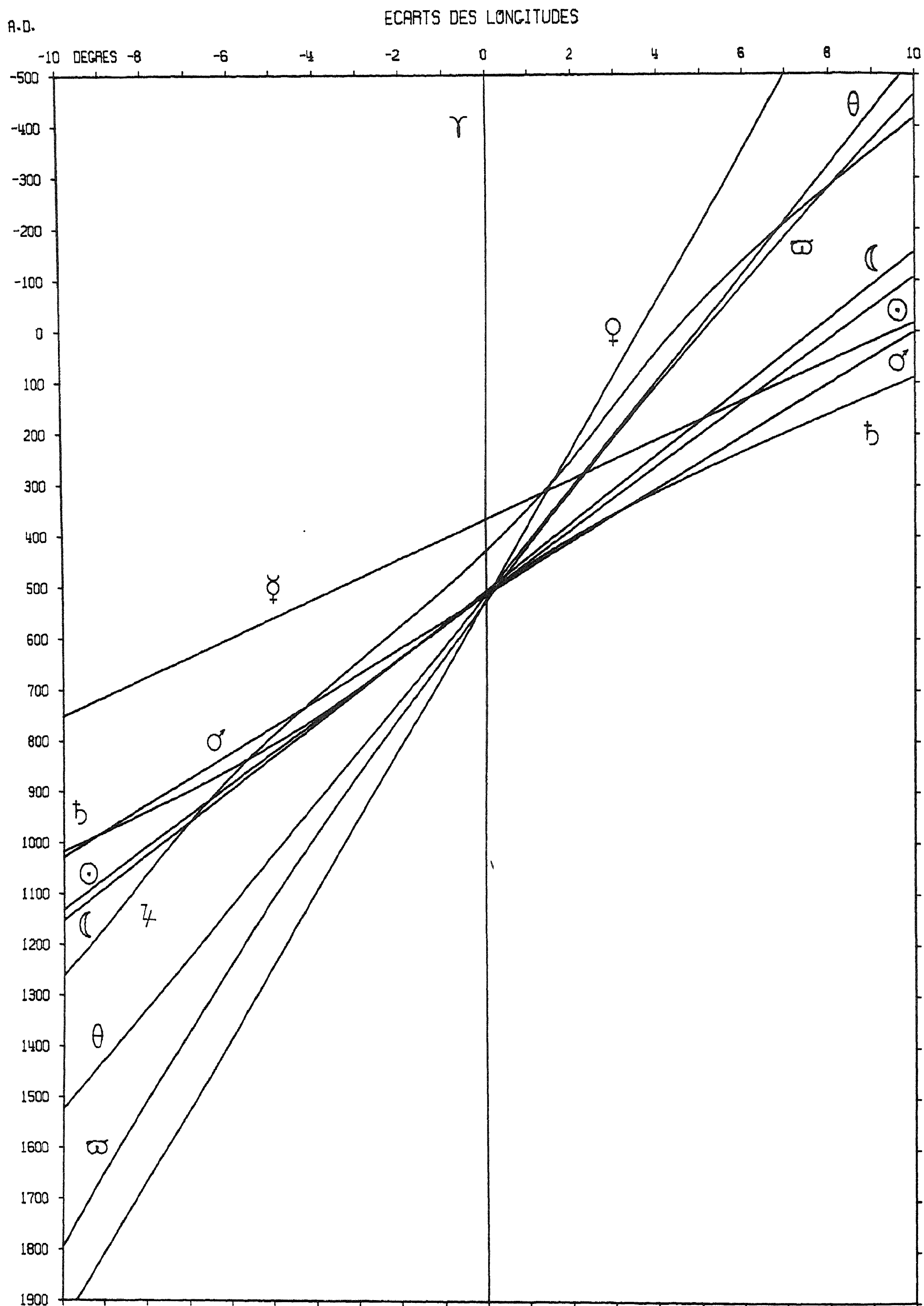


Fig. 3. Le k.*(SūryS)*, écarts des longitudes.

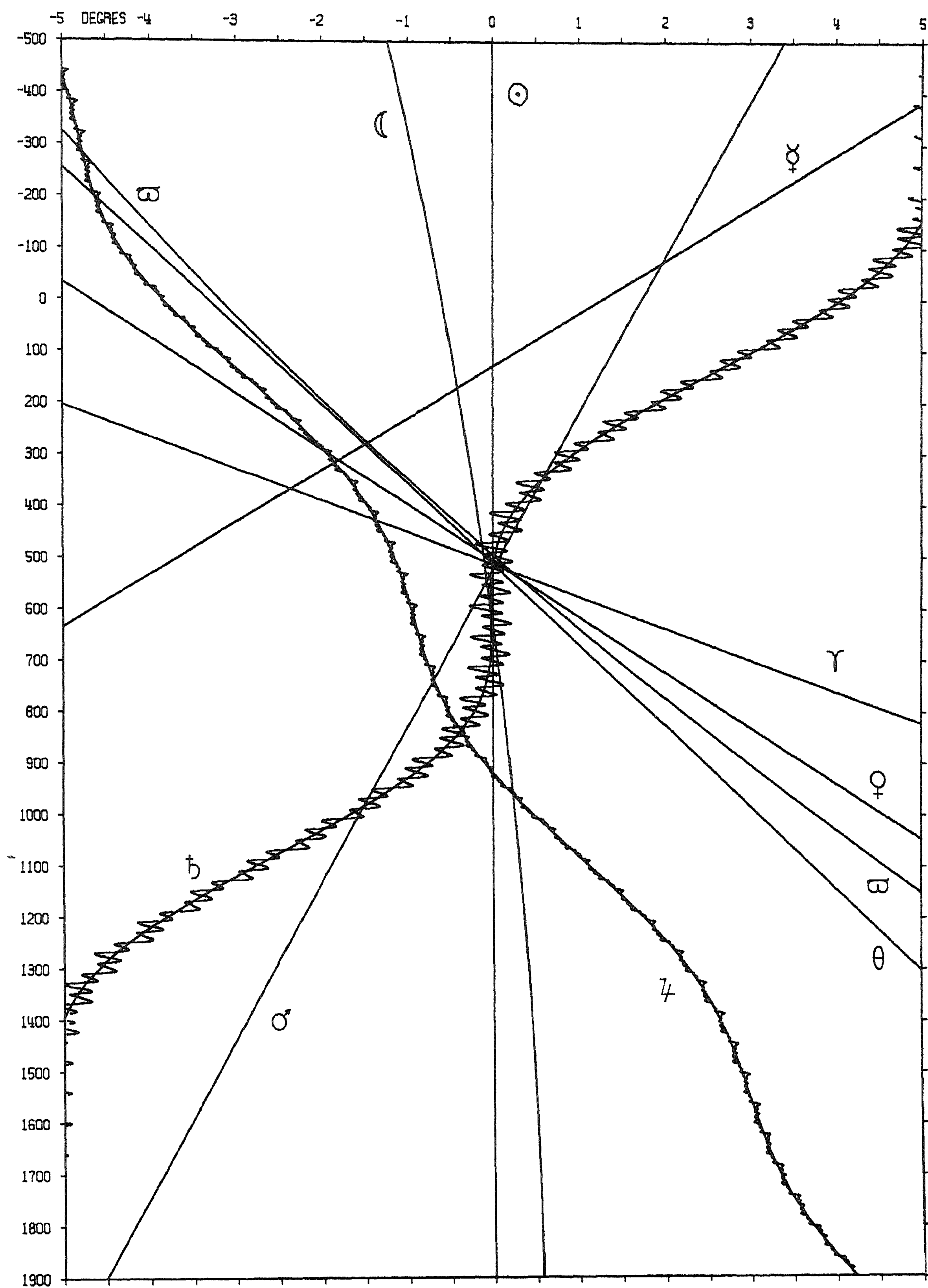


Fig. 4. Le k.*(SūryS)*, écarts des synodies.

ECARTS DES LONGITUDES

A.D.

-10 DEGRES -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10

-500 -400 -300 -200 -100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900

Fig. 5. Le k.*ĀryBh*, écarts des longitudes.

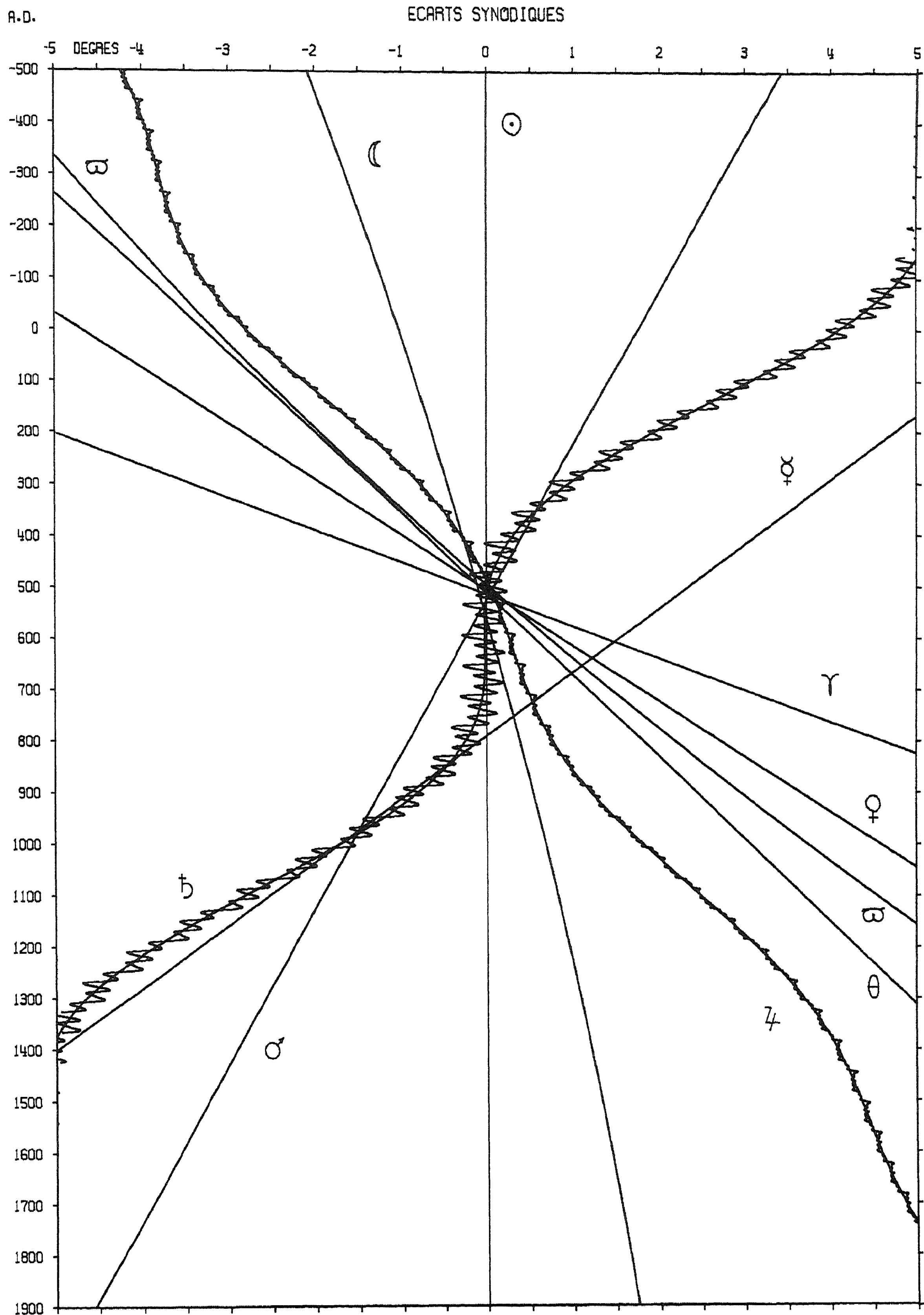


Fig. 6. Le k.*ĀryBh*, écarts des synodies.

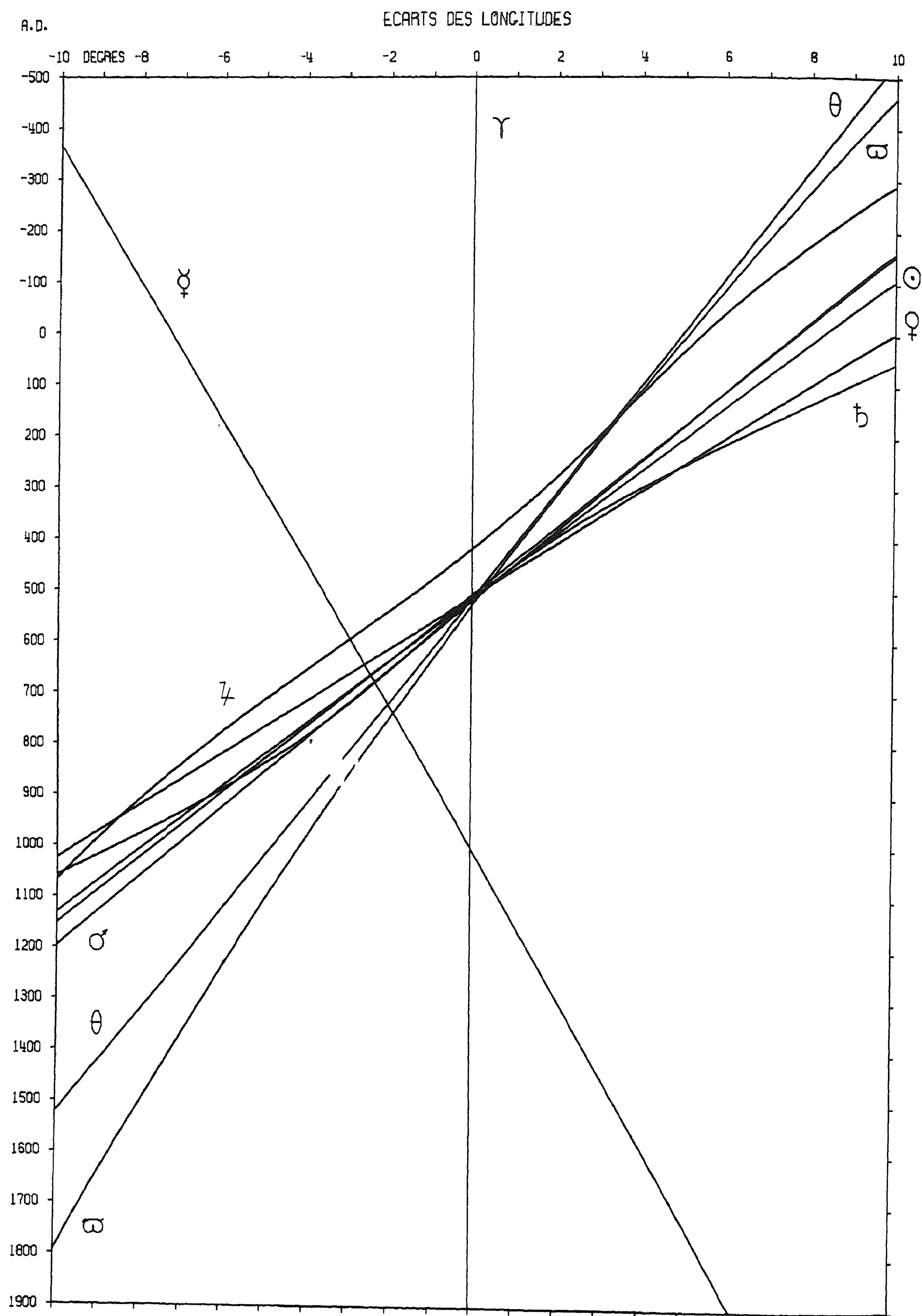


Fig. 7. Le k.*(PañcS)*, écarts des longitudes.

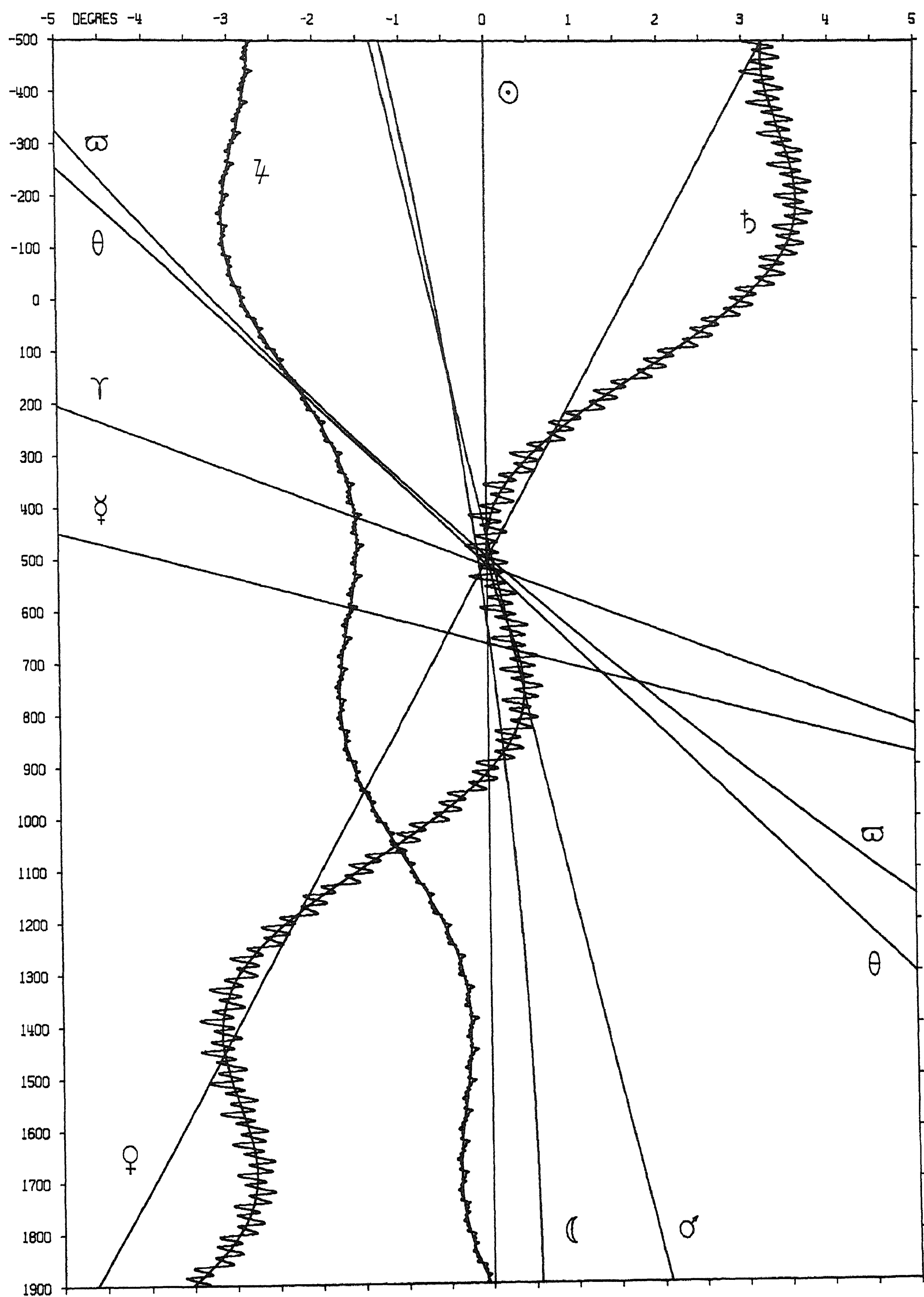


Fig. 8. Le k. *(PañcS)*, écarts des synodies.

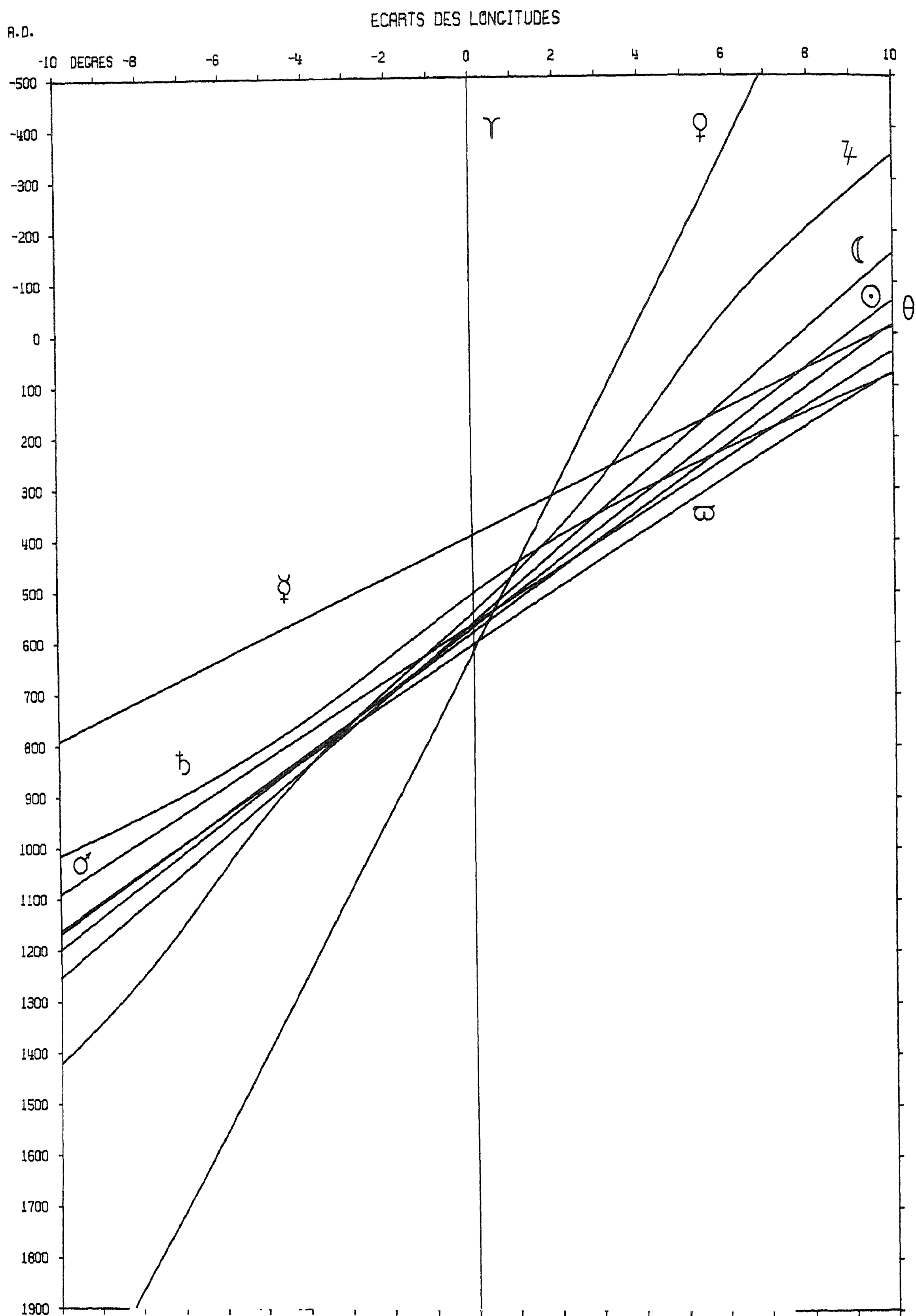


Fig. 9. Le k.*BrSphS*, écarts des longitudes.

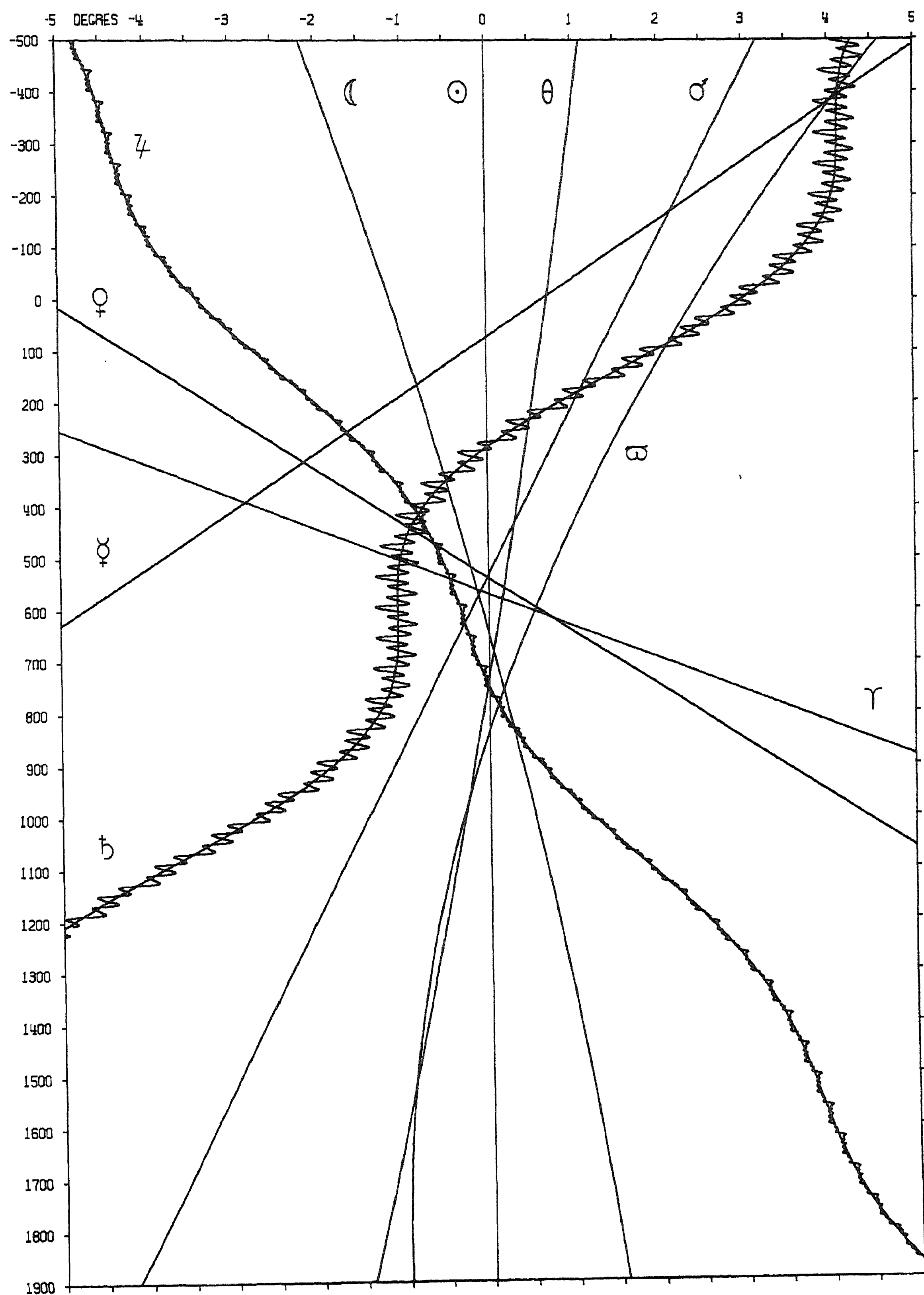


Fig. 10. Le k.*BrSphS*, écarts des synodies.

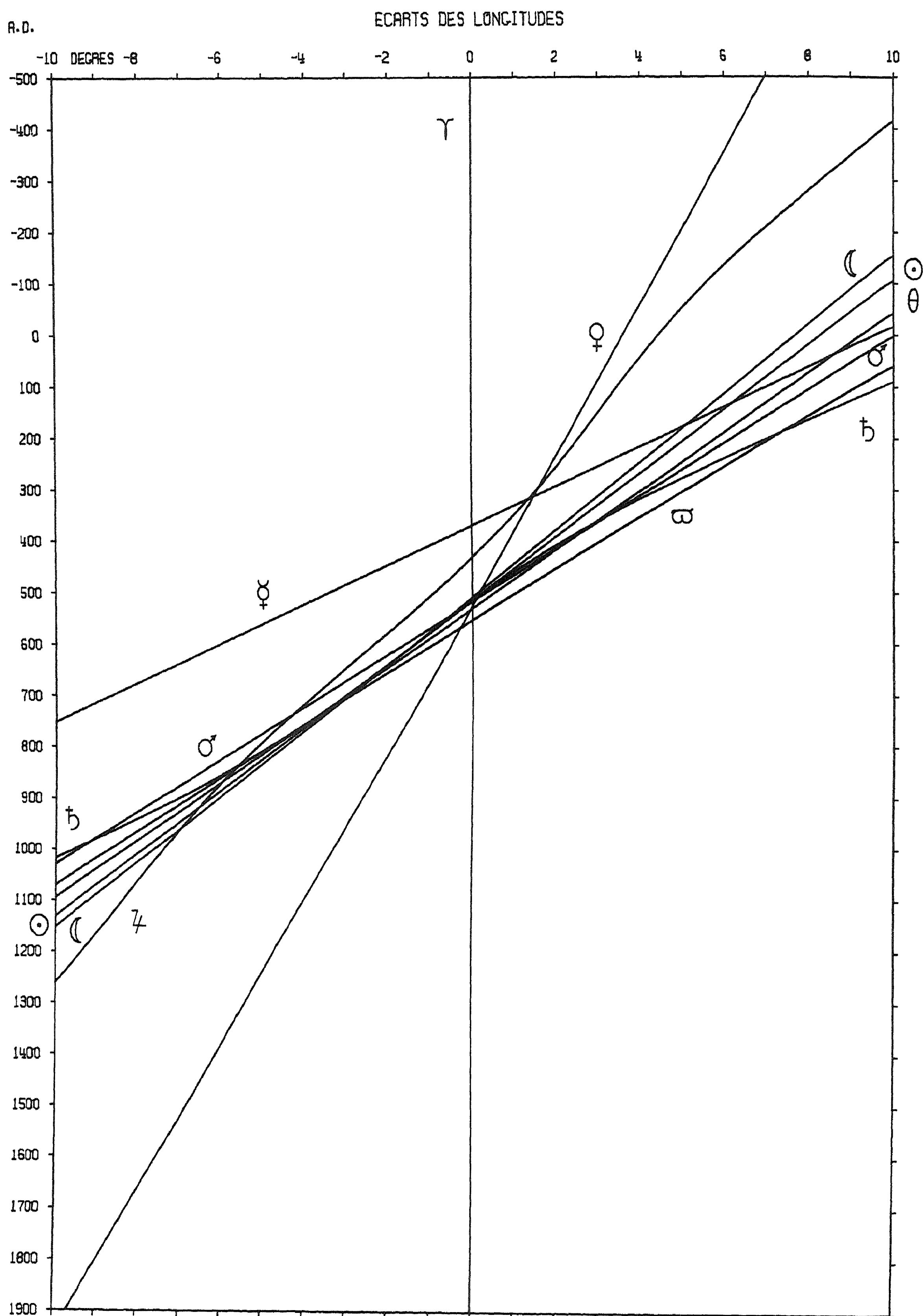


Fig. 11. Le k.*KhKhUll*, écarts des longitudes.

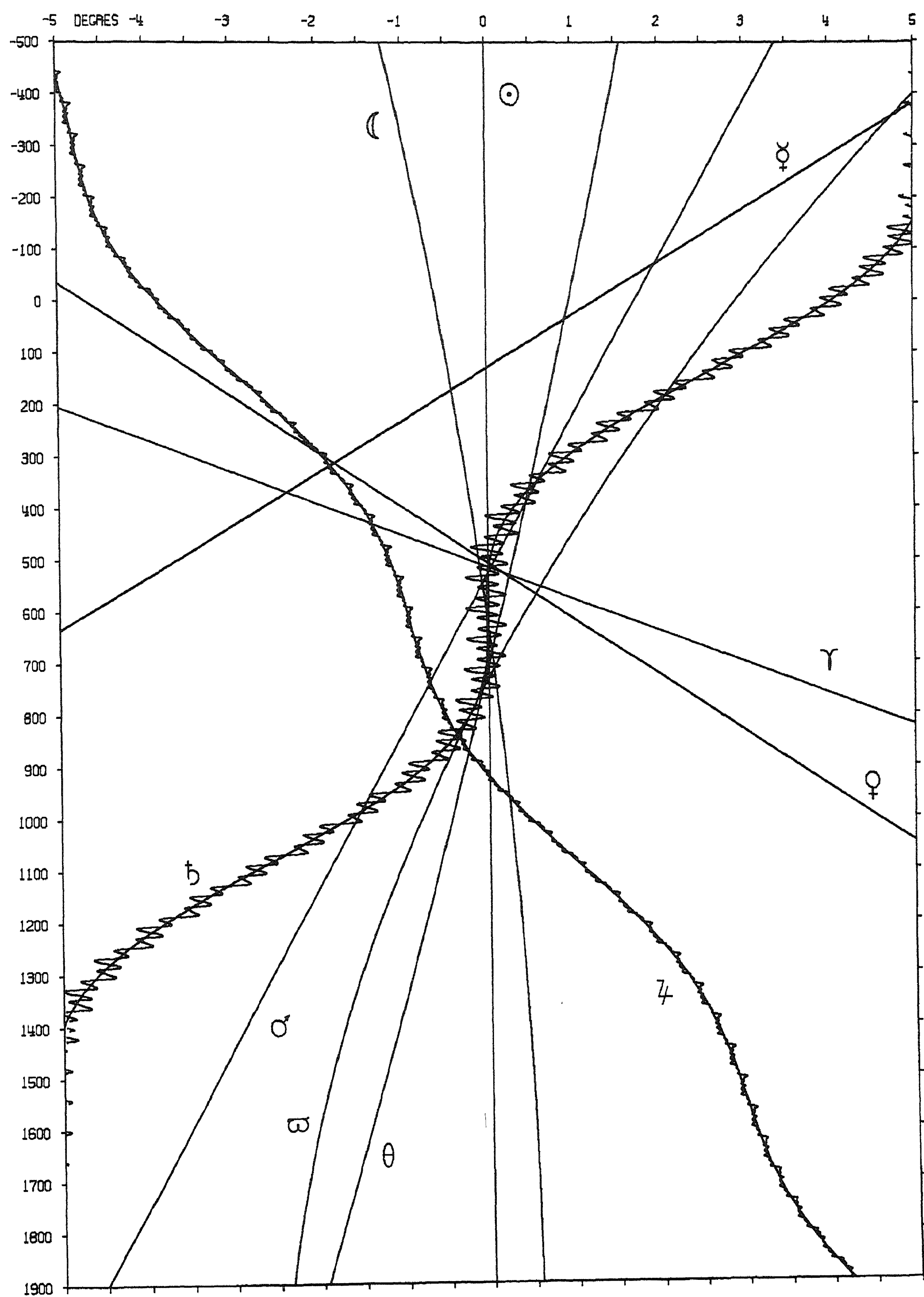


Fig. 12. Le k.*KhKhUlt*, écarts des synodies.

ECARTS DES LONGITUDES

A.D.

-10 DEGRES -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10

-500 -400 -300 -200 -100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900

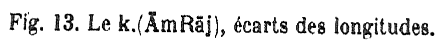


Fig. 13. Le k.(ĀmRāj), écarts des longitudes.

A.D. ECARTS SYNODIQUES

-5 DEGRES -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5

-500 -400 -300 -200 -100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900

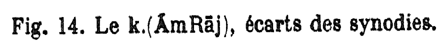


Fig. 14. Le k.(ĀmRāj), écarts des synodies.

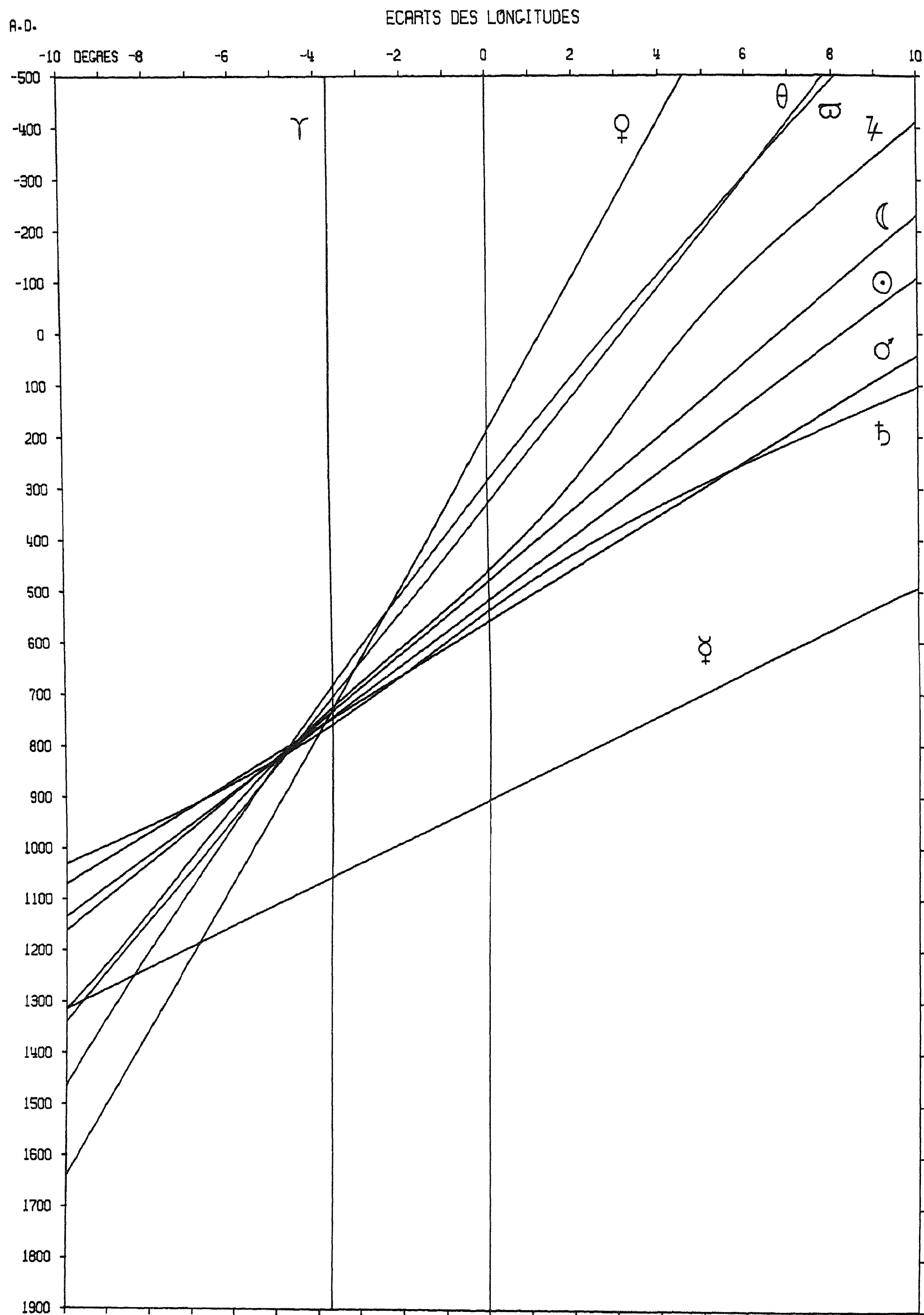


Fig. 15. Le k.(ŚaṅkNār), écarts des longitudes.

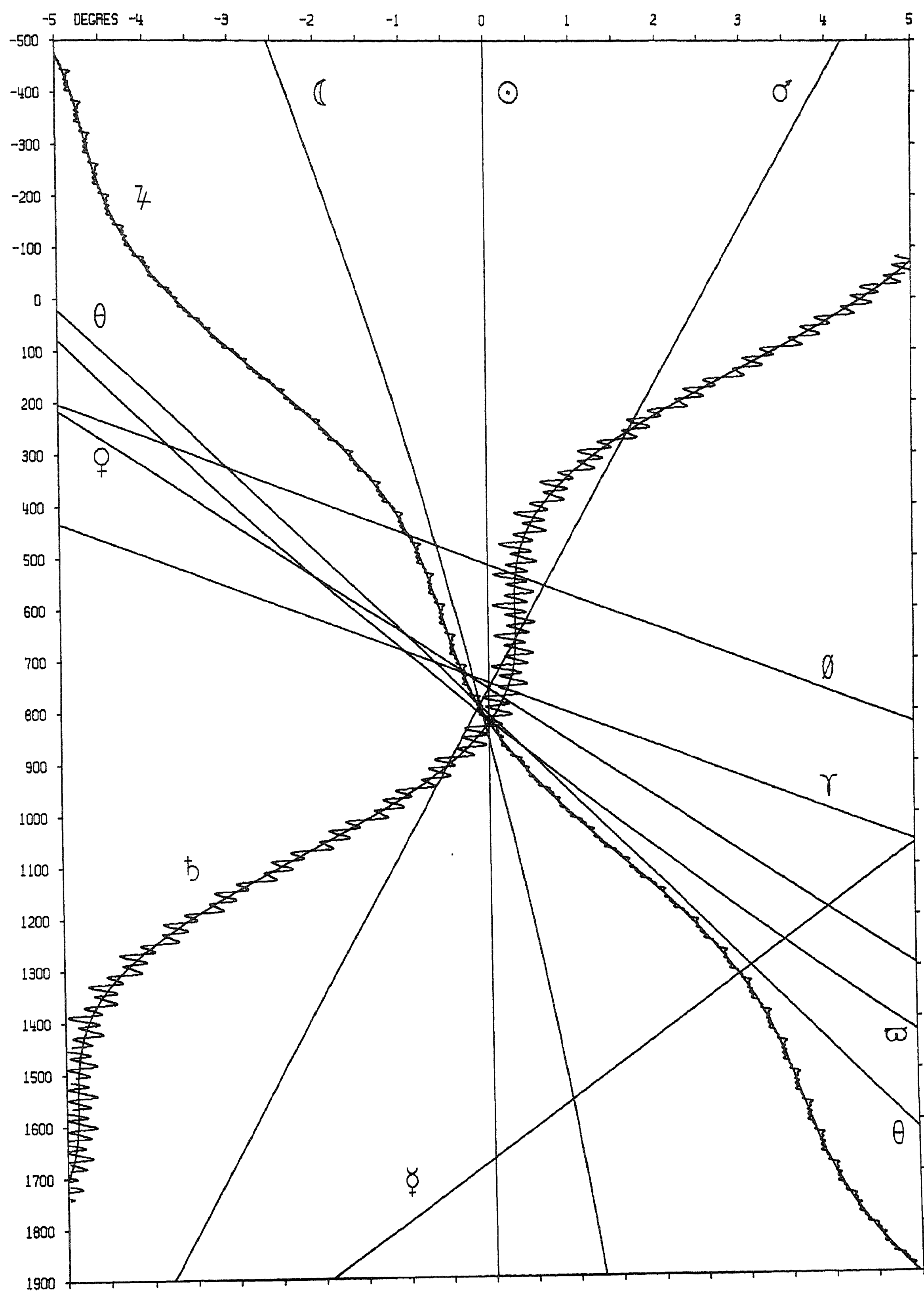


Fig. 16. Le k.(ŚaṅkNār), écarts des synodies.

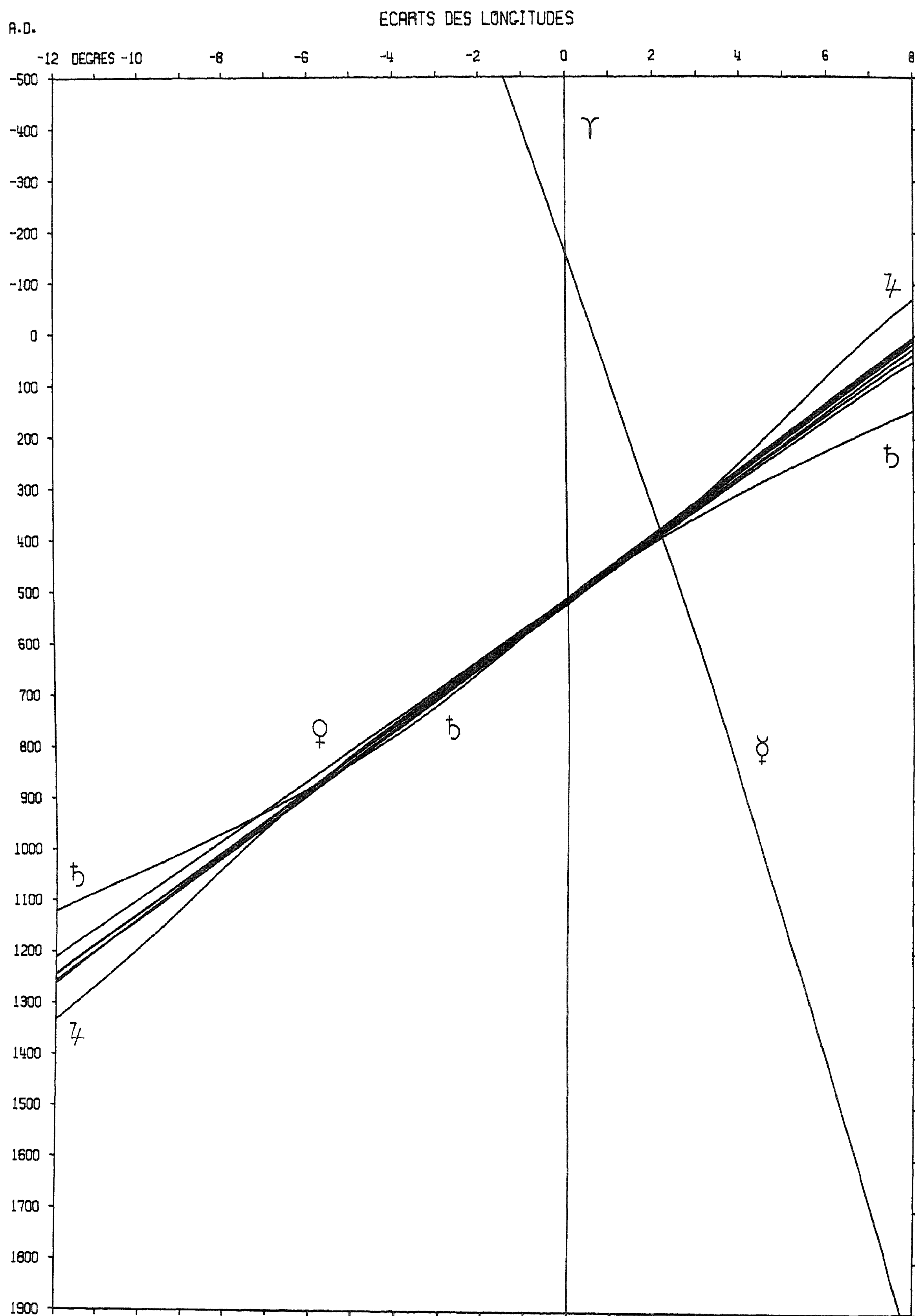


Fig. 17. Le k.(Lalla), écarts des longitudes.

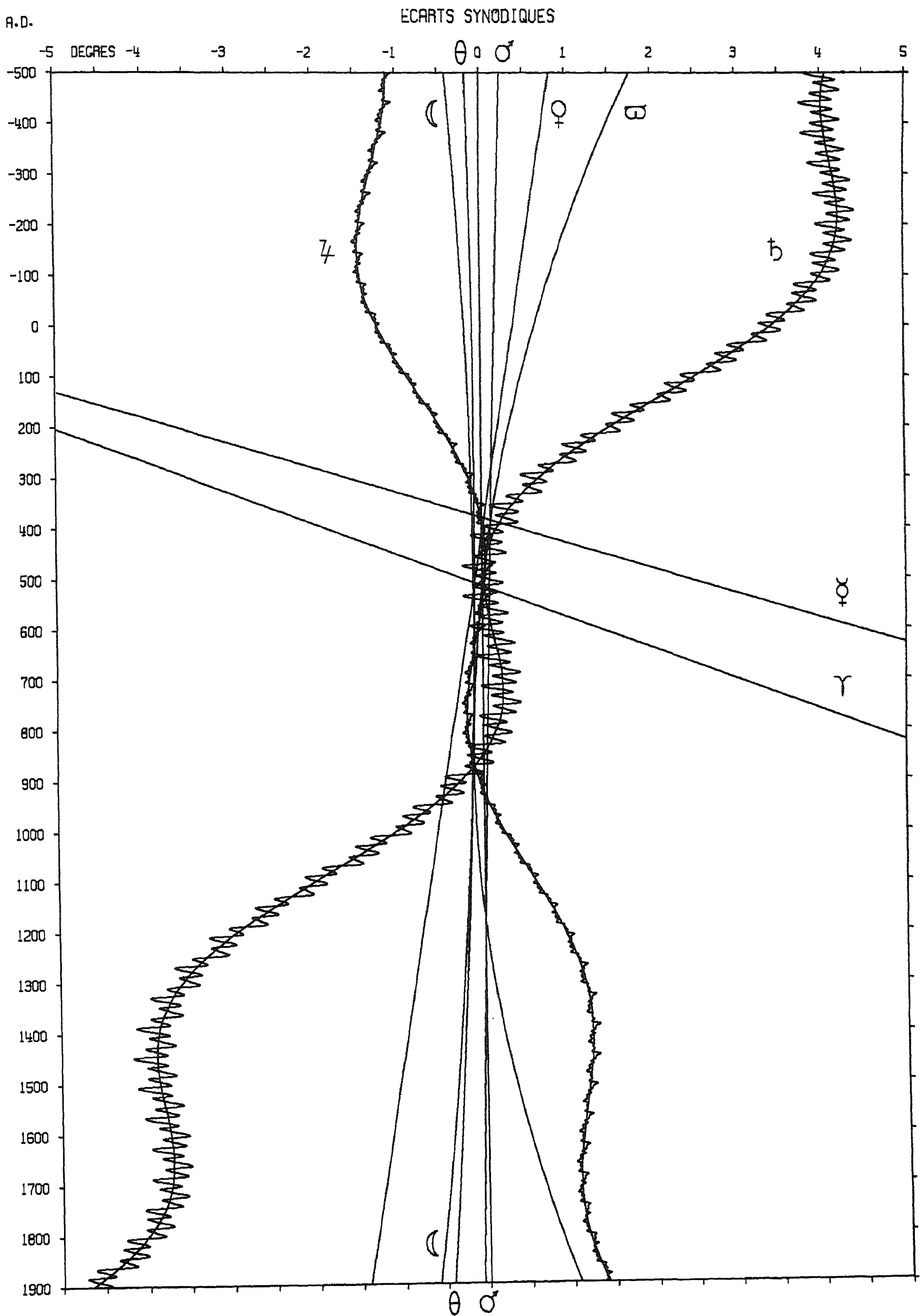


Fig. 18. Le k.(Lalla), écarts des synodies.

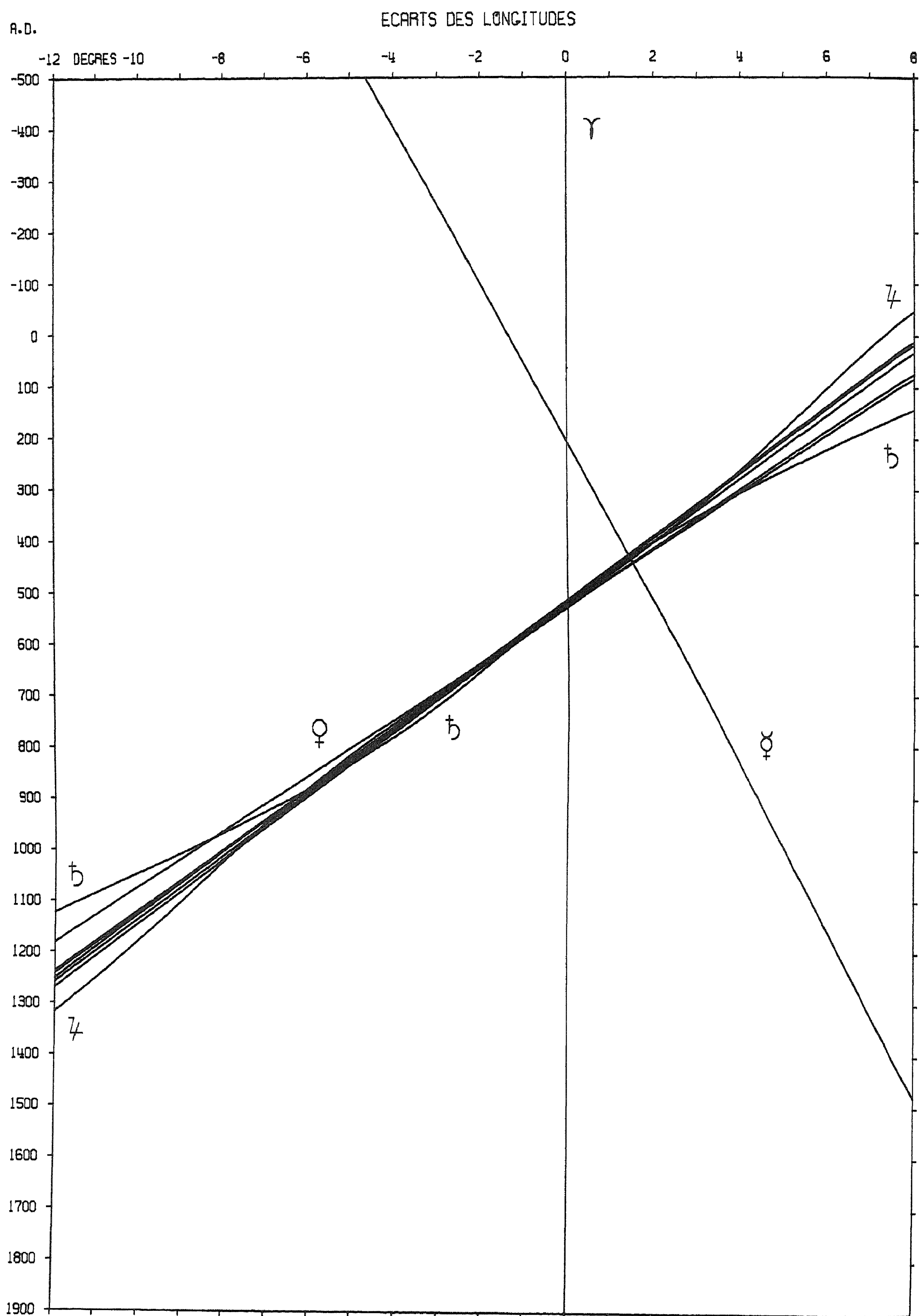


Fig. 19. Le k.*(GCNibS)*A, écarts des longitudes.

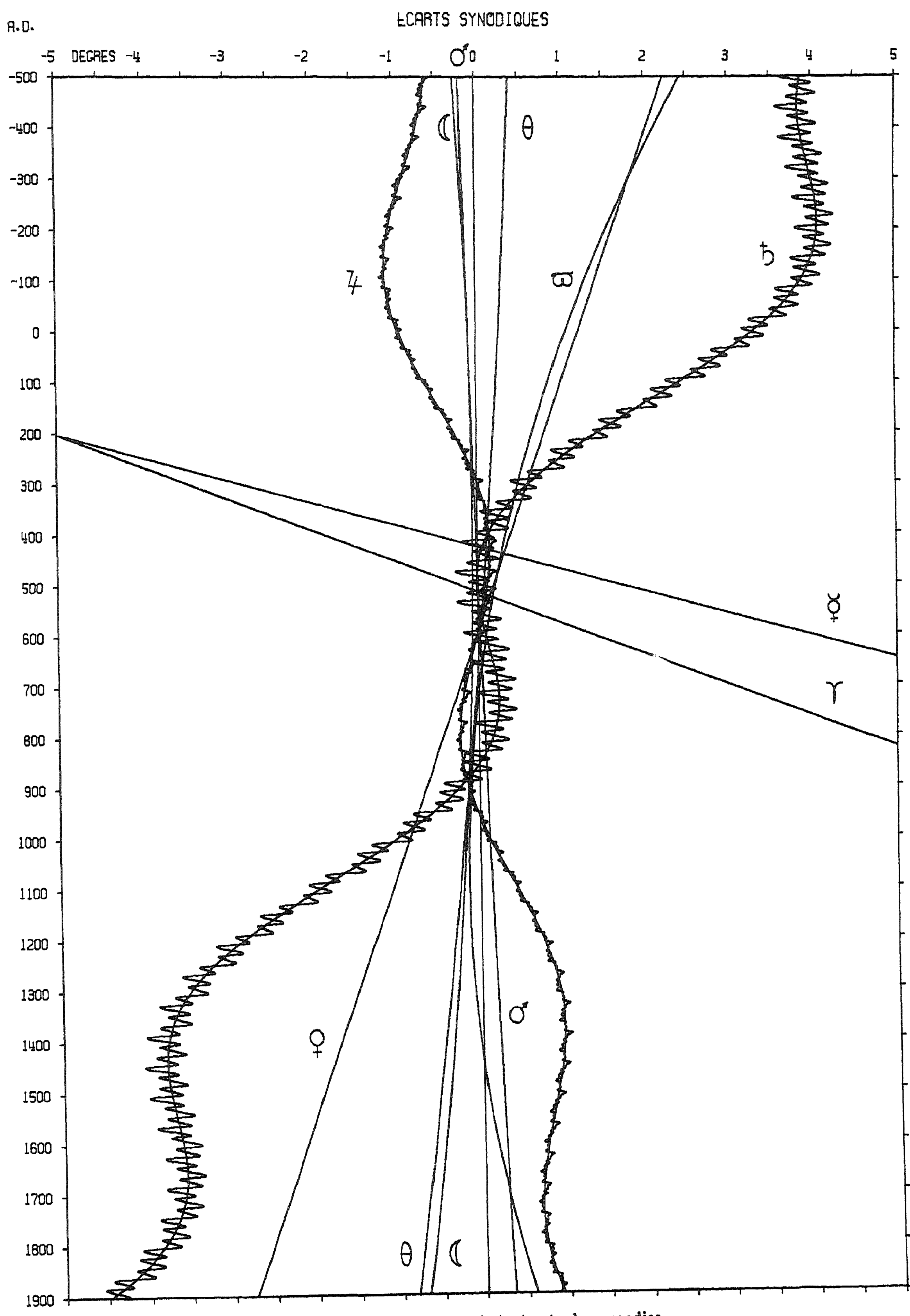


Fig. 20. Le k.*(GCNibS)*A, écarts des synodies.

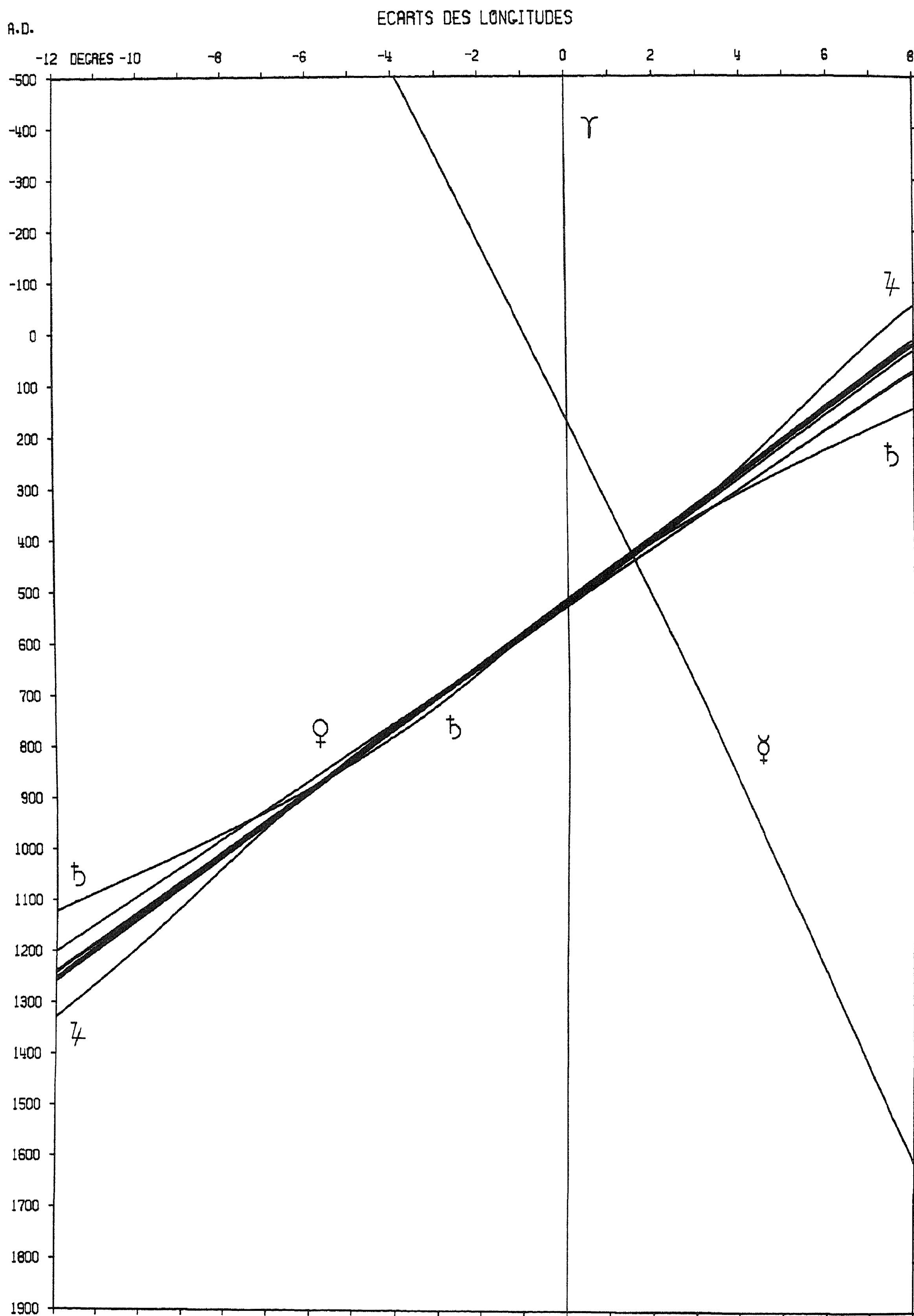


Fig. 21. Le k.*(GCNibS)*B, écarts des longitudes.

ECARTS SYNODIQUES

A.D.

-5 DEGRES -4 -3 -2 -1 0 ♂ 1 2 3 4 5

-500
-400
-300
-200
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900

θ ☾ ♃ ☊ ♄ ☿ ♈ ♀ θ ☾ ♂

Fig. 22. Le k.*(GCNibS)*B, écarts des synodies.

Fig. 23. Le k.Proto(Lalla), écarts des longitudes.

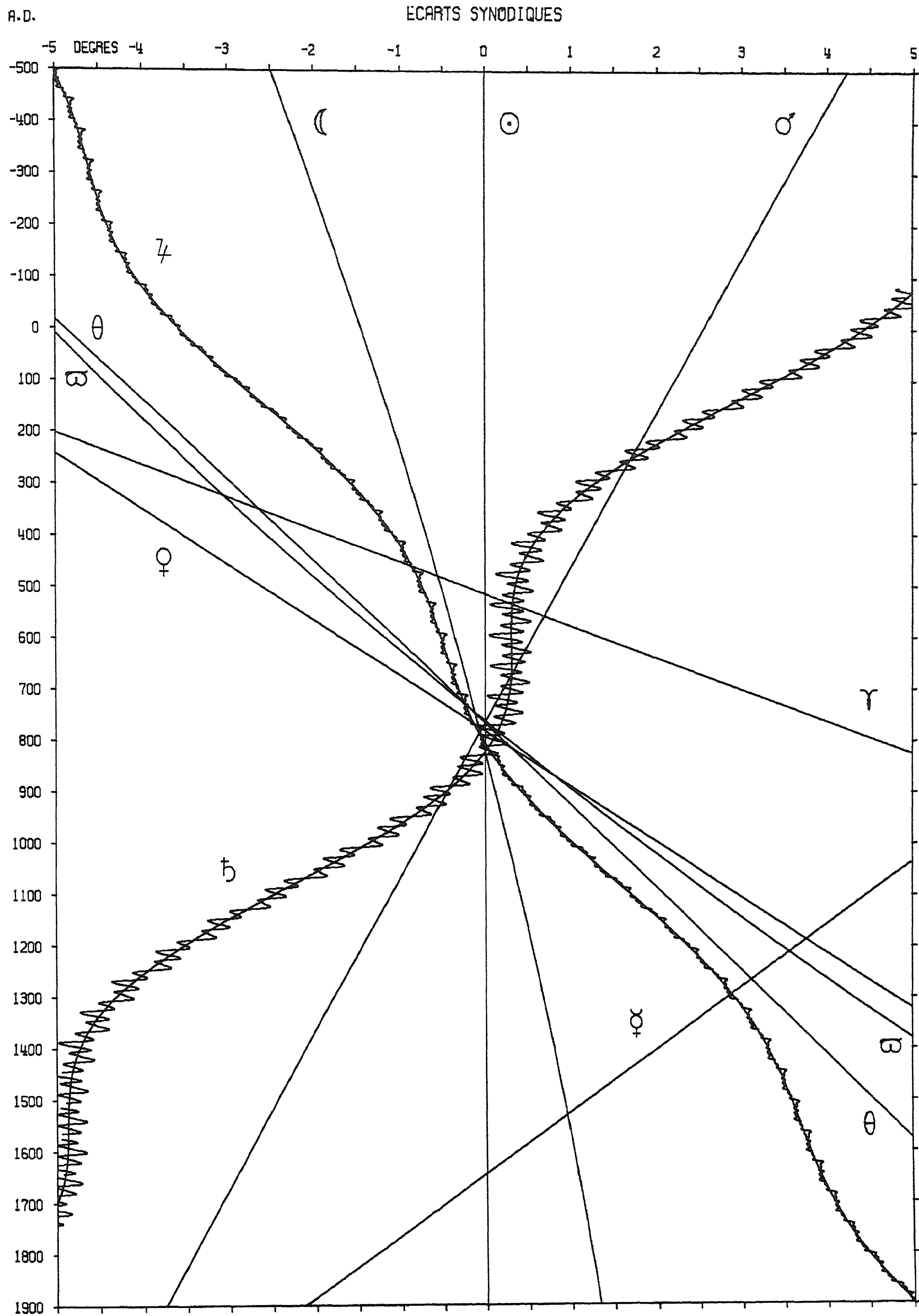


Fig. 24. Le k.Proto(Lalla), écarts des synodies.

ECARTS DES LONGITUDES

A.D.

-18 DEGRES -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2

-500 -400 -300 -200 -100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900

♈ ♀ ☊ θ ♃ ☾ ☉ ♄ ♂ ☿

Fig. 25. Le k.Pseudo-*VaṭeśvS*, écarts des longitudes.

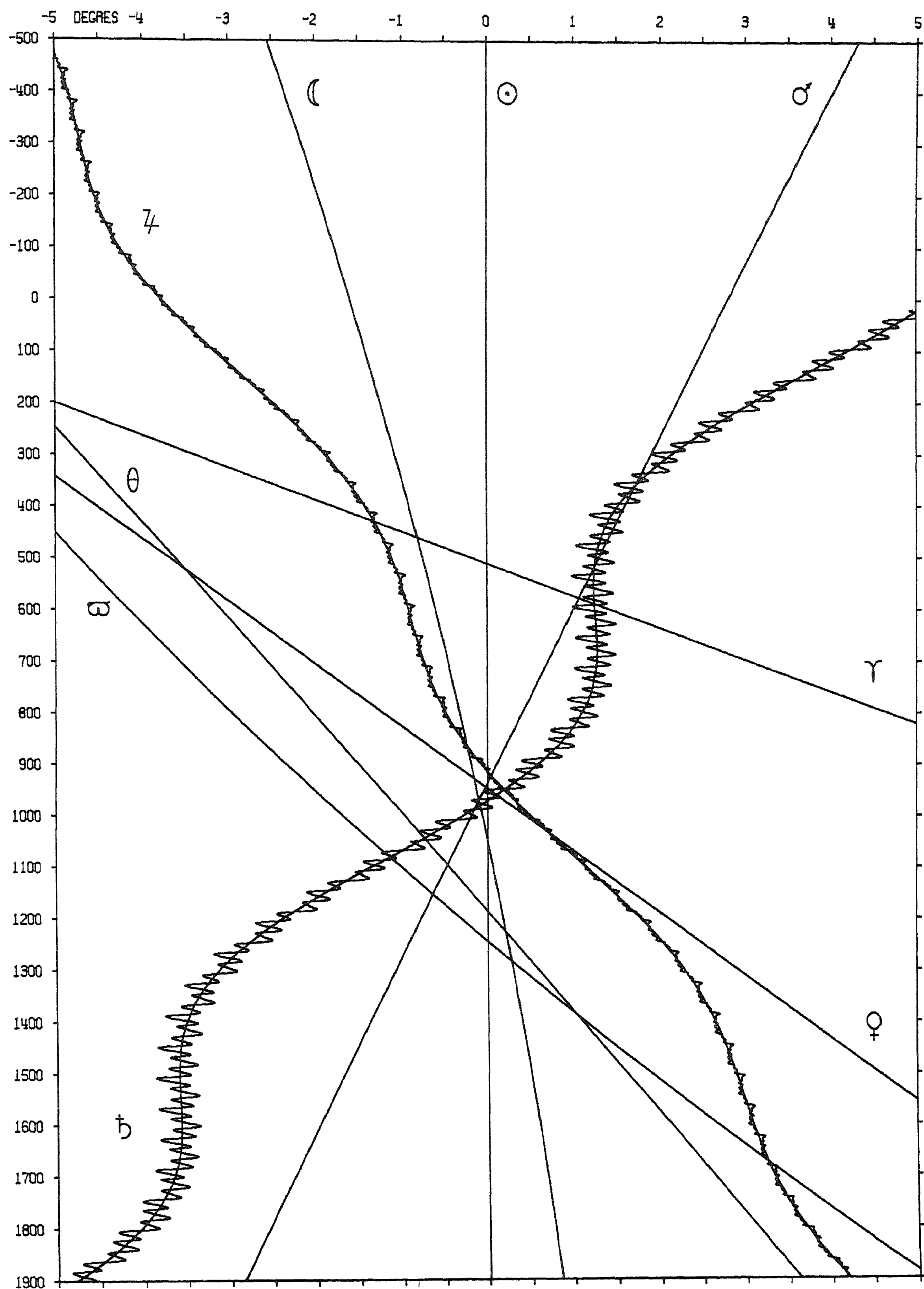


Fig. 26. Le k.Pseudo-*VaḷeśvS*, écarts des synodies.

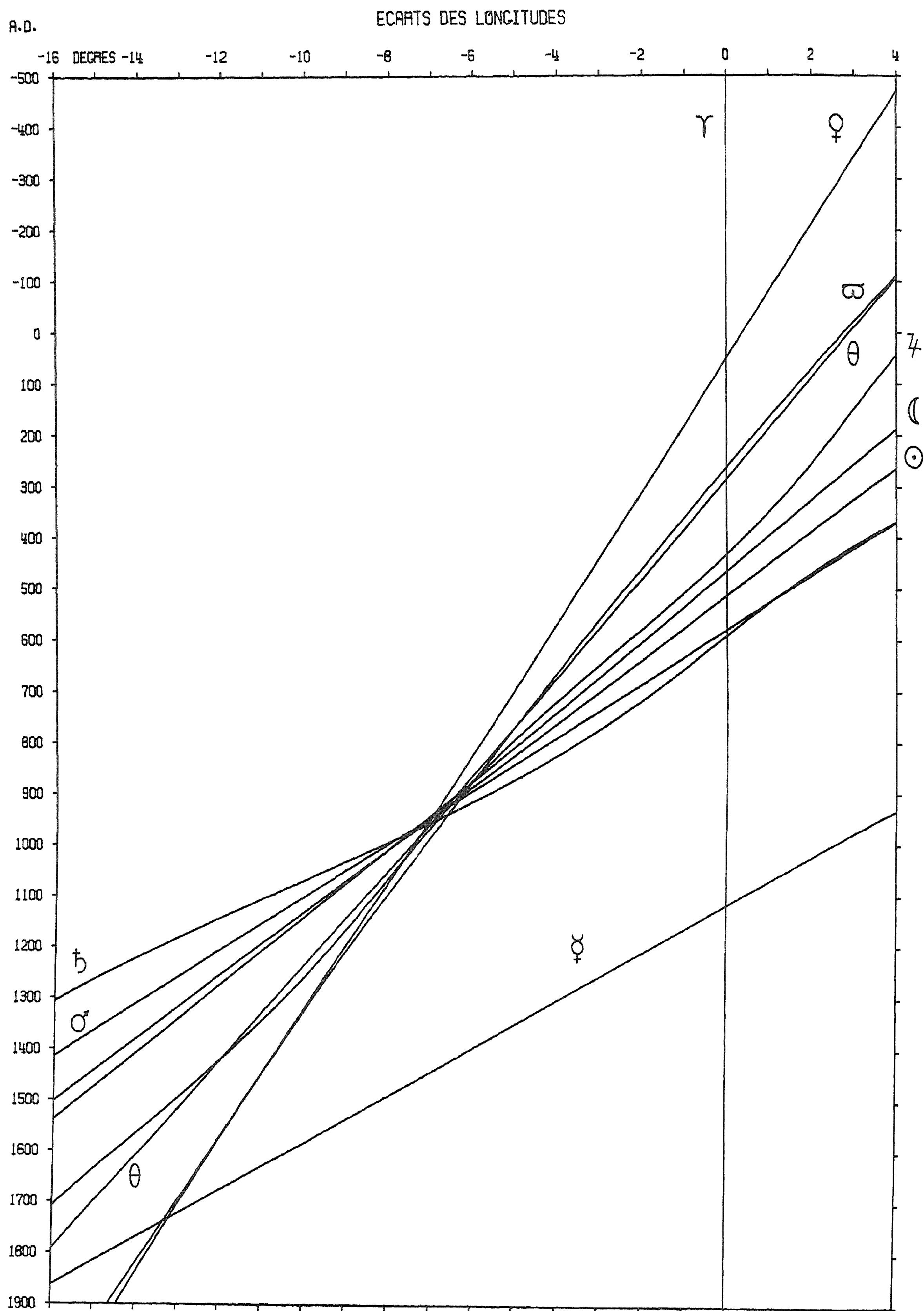


Fig. 27. Le k.*VațesvS*. écarts des longitudes.

A.D.

ECARTS SYNODIQUES

-5 DEGRES -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5

-500 -400 -300 -200 -100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900

Fig. 28. Le k. *VaṭeśvS*, écarts des synodies.

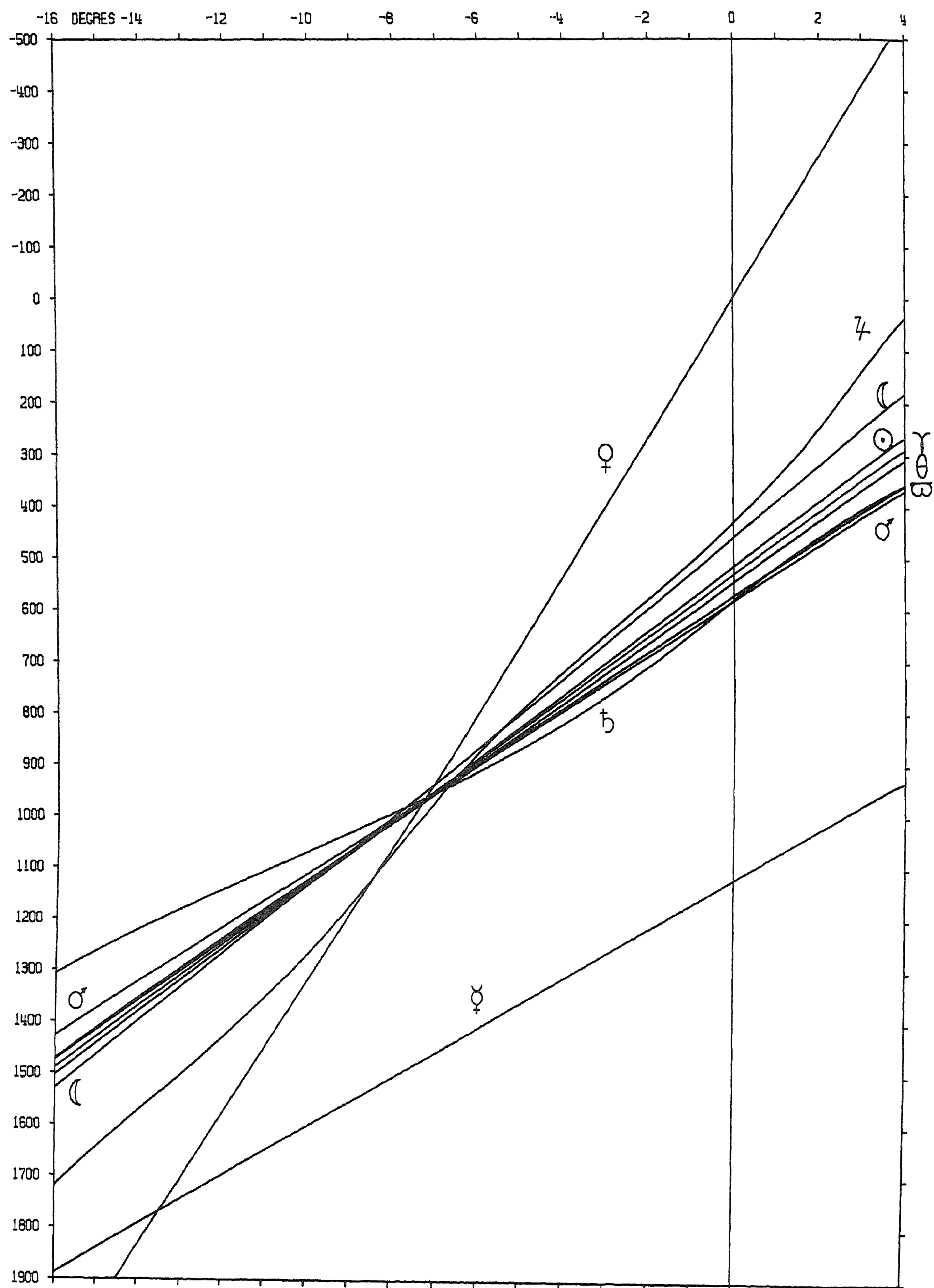


Fig. 29. Le k.*BrSphS*$_2$, écarts des longitudes.

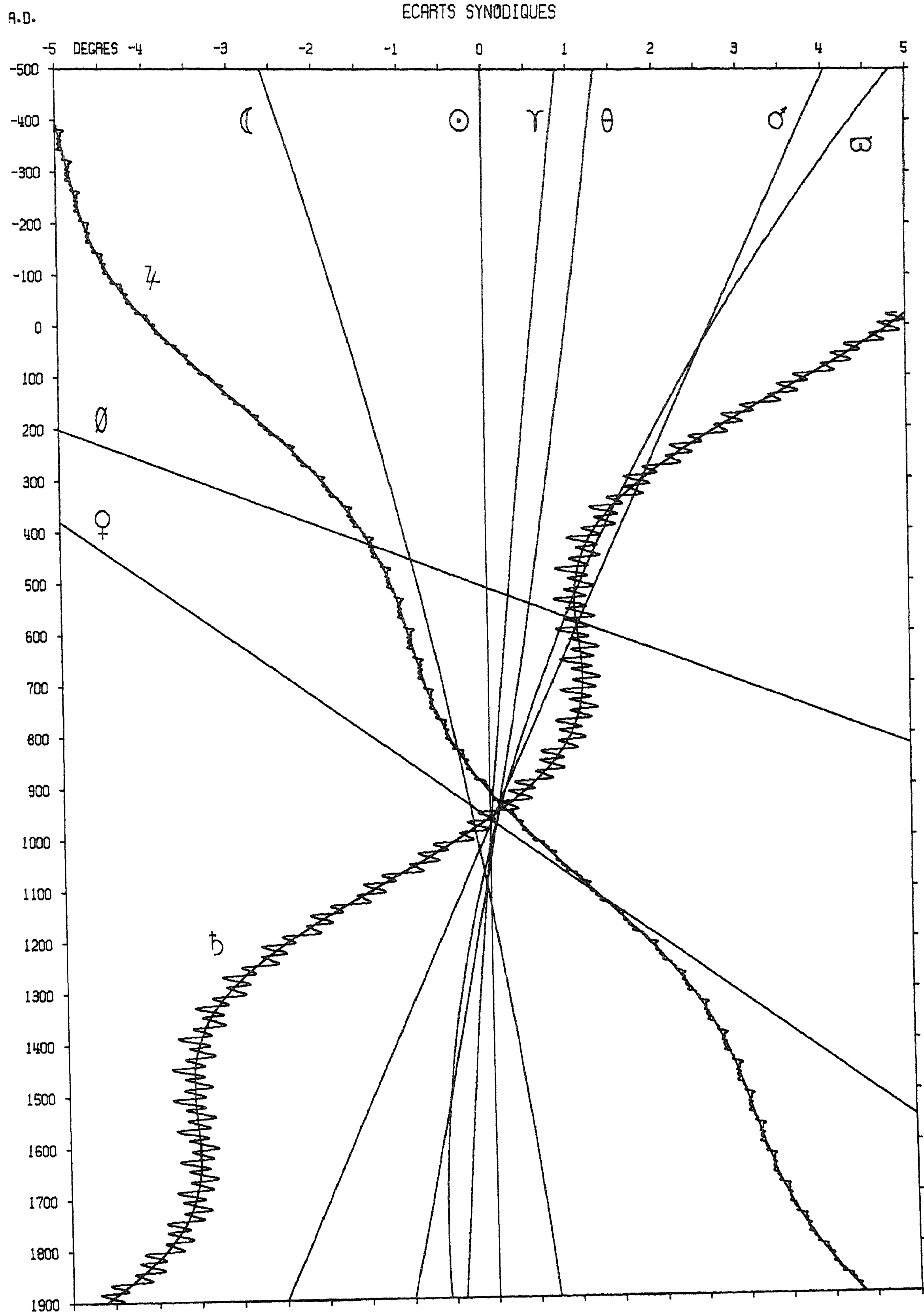


Fig. 30. Le k.*BrSphS*$_1$, écarts des synodies.

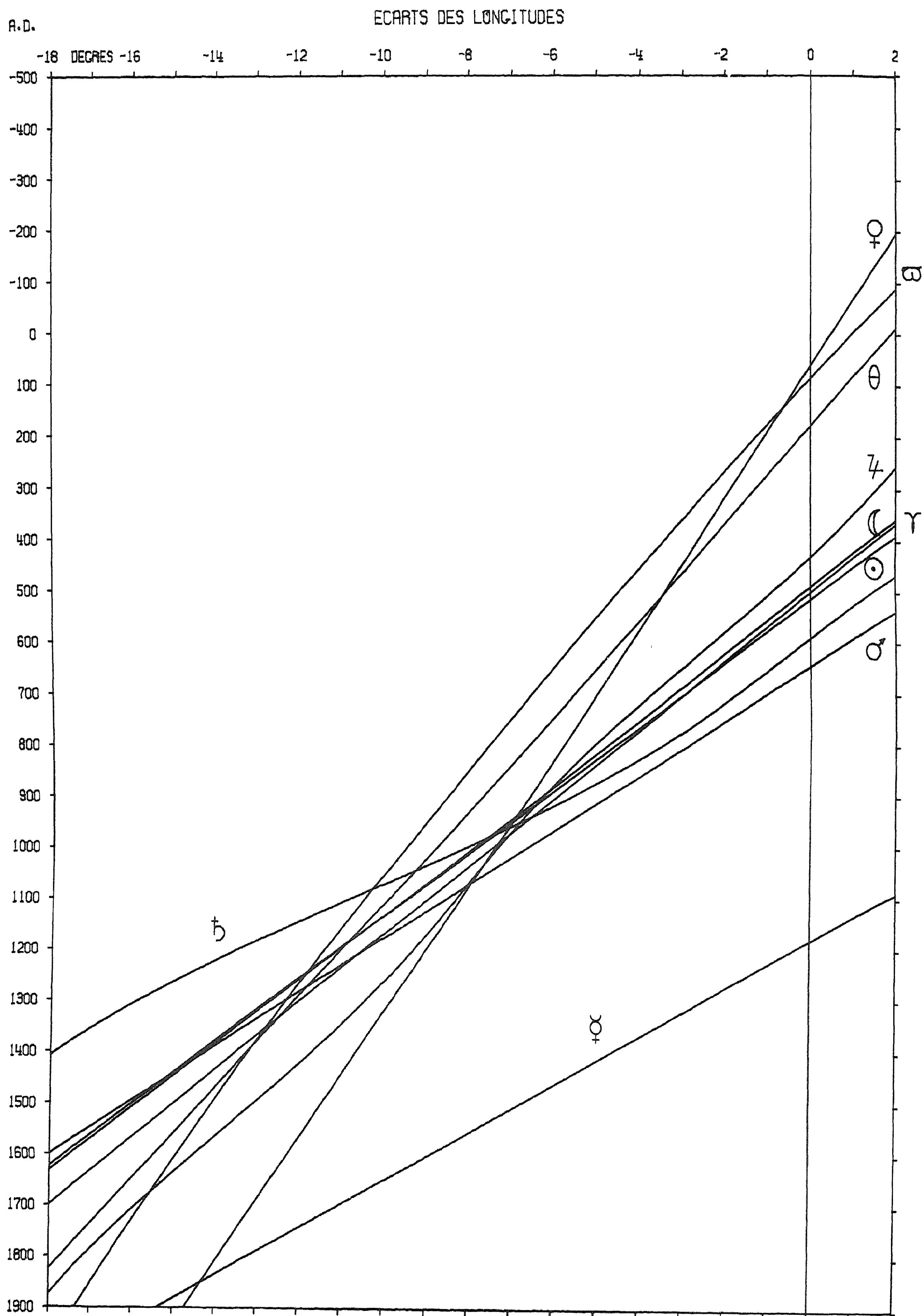


Fig. 31. Le k.*SūryS*$_2$, écarts des longitudes.

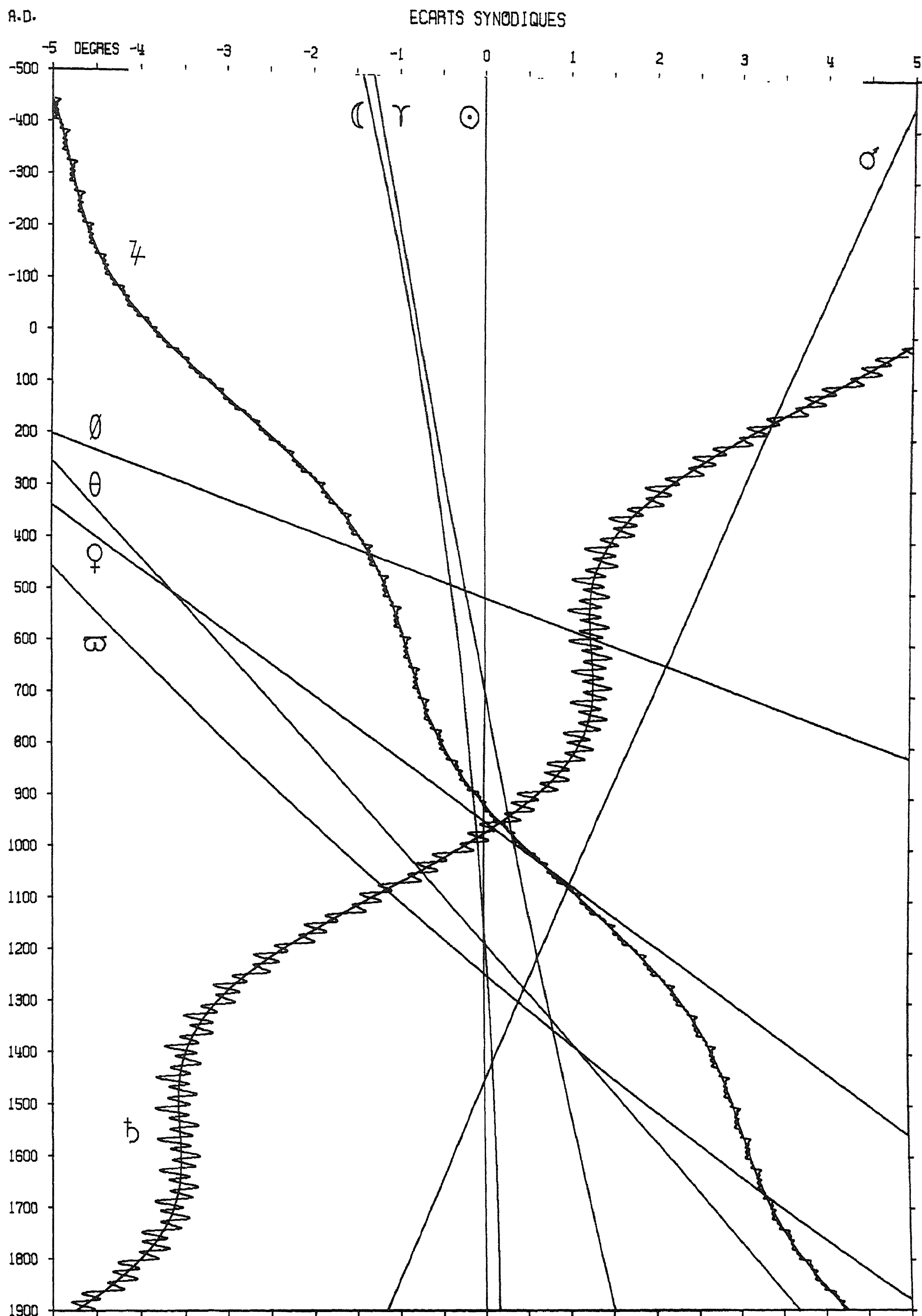


Fig. 32. Le k.*SūryS*$_3$, écarts des synodies.

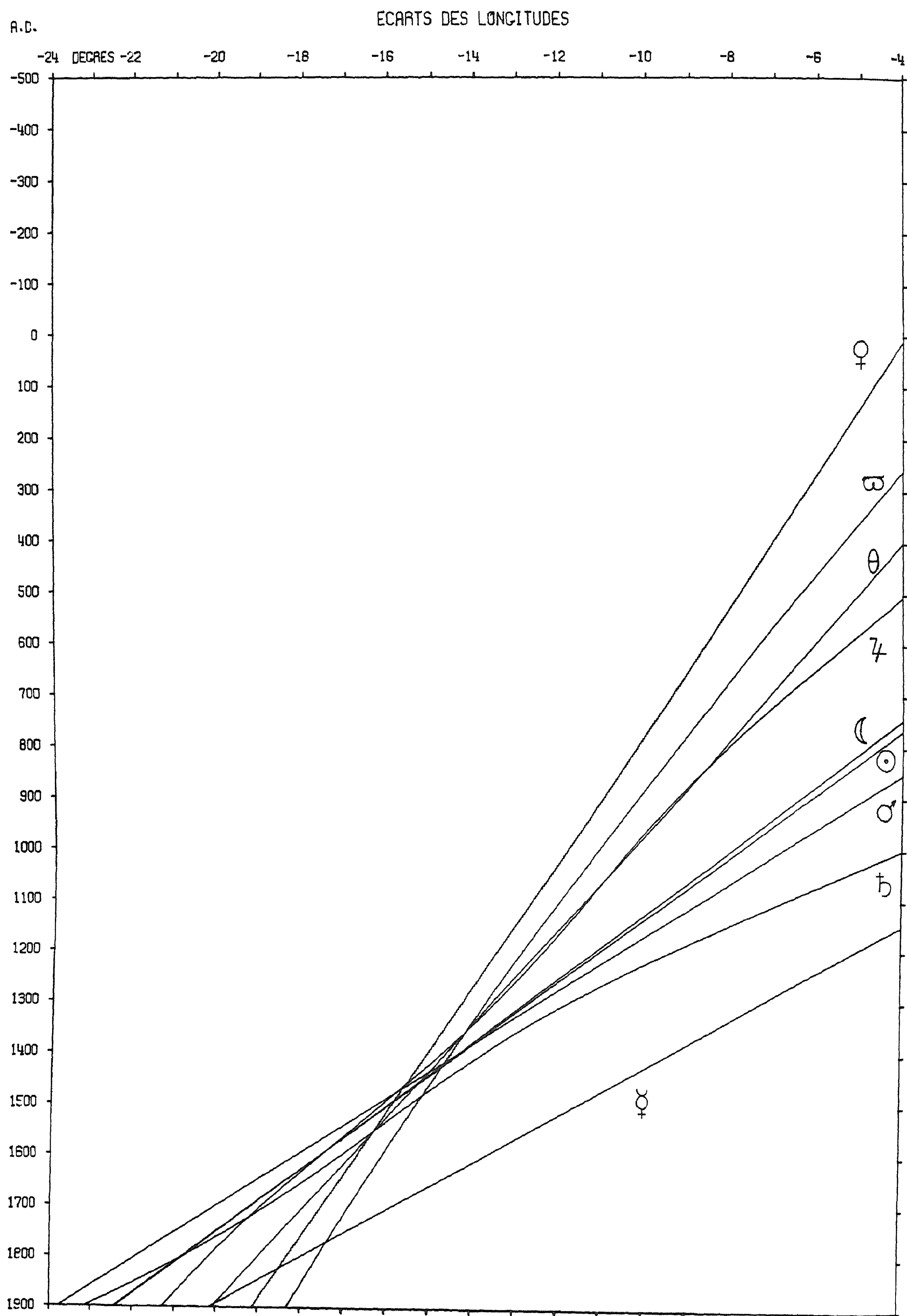


Fig. 33. Le k.*DṛgGaṇ*, écarts des longitudes.

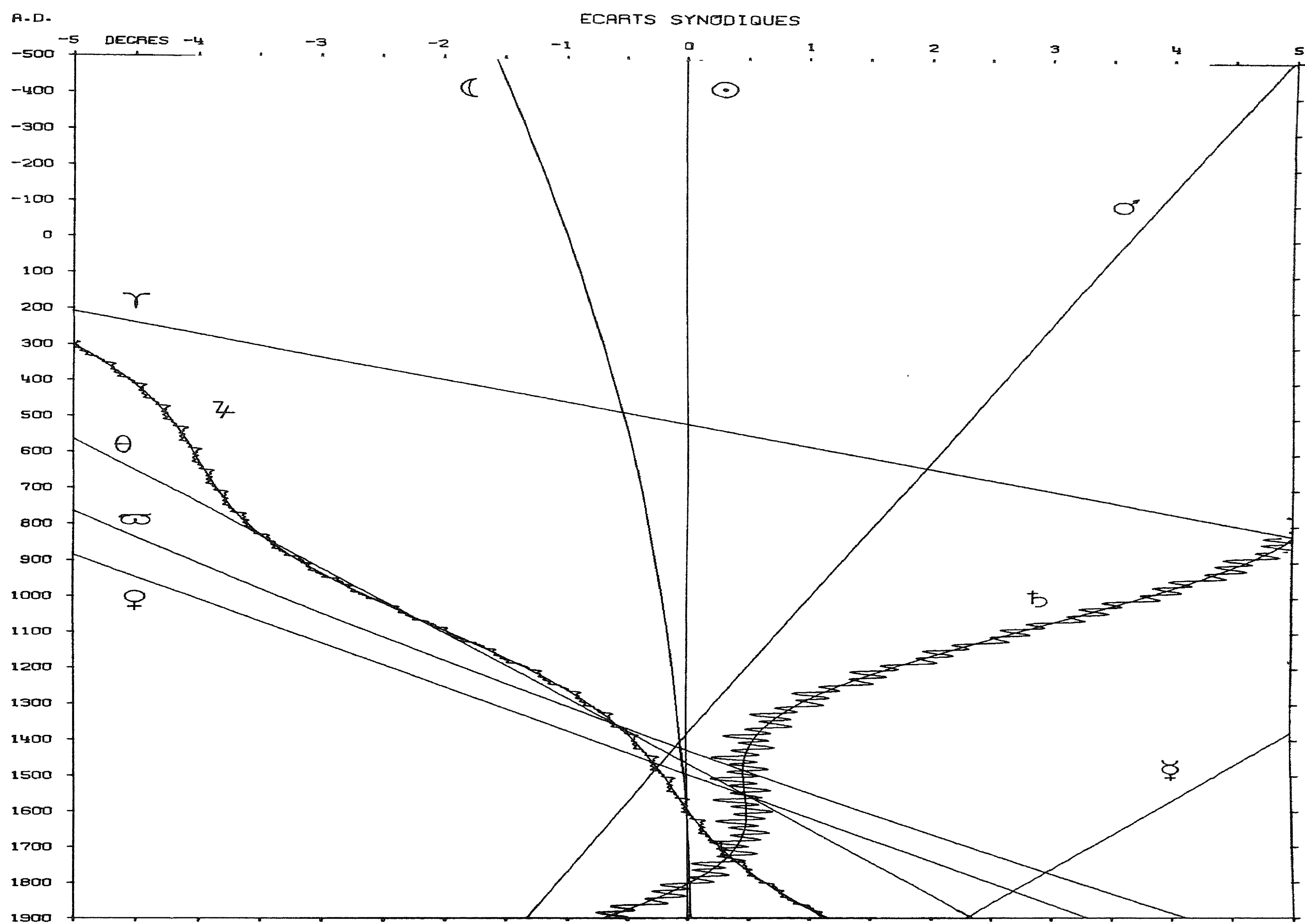


Fig. 34. Le k.*DṛgGaṇ*, écarts des synodies.

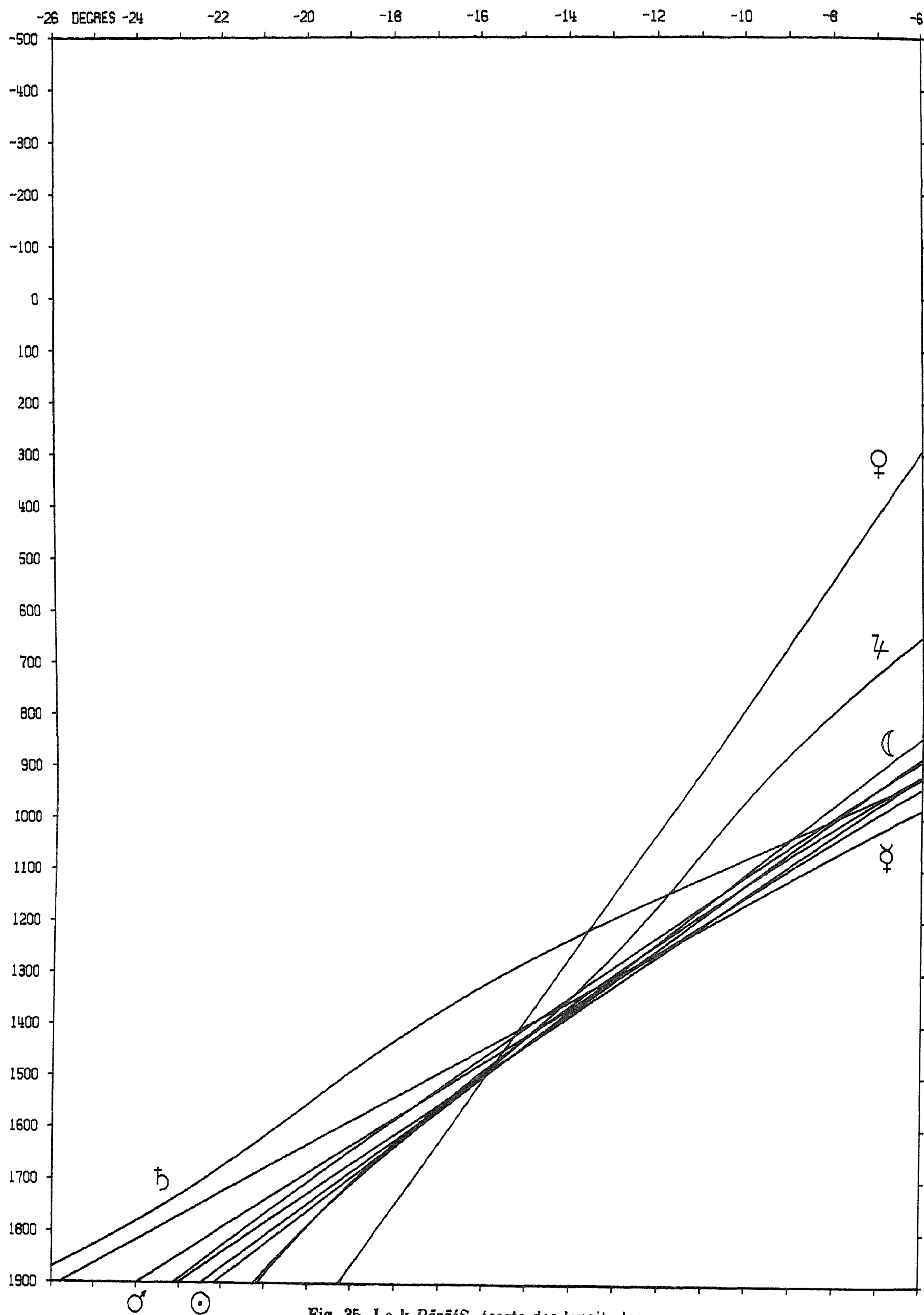


Fig. 35. Le k.*PārāśS*, écarts des longitudes.

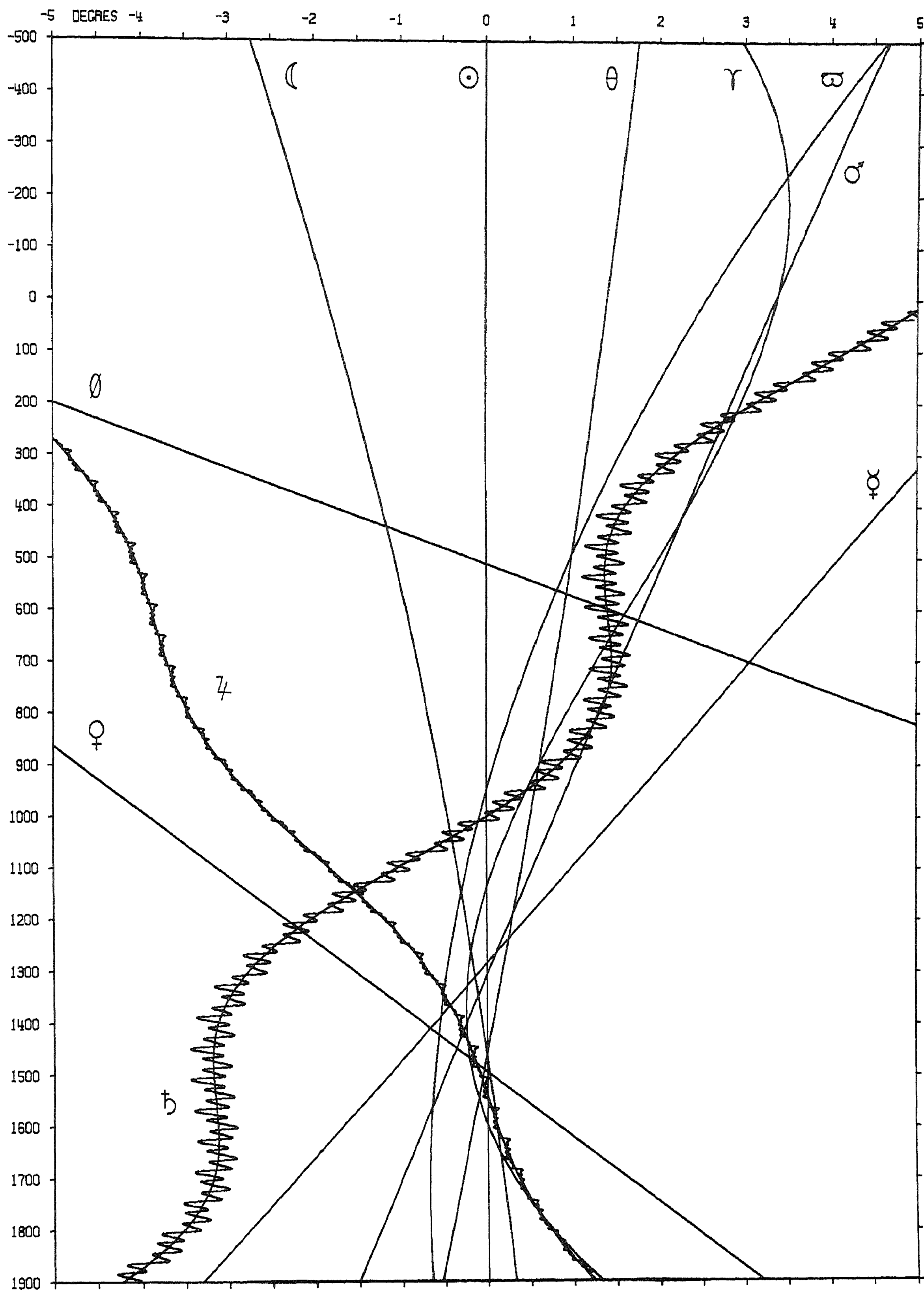


Fig. 36. Le k.*PārāśS*, écarts des synodies.

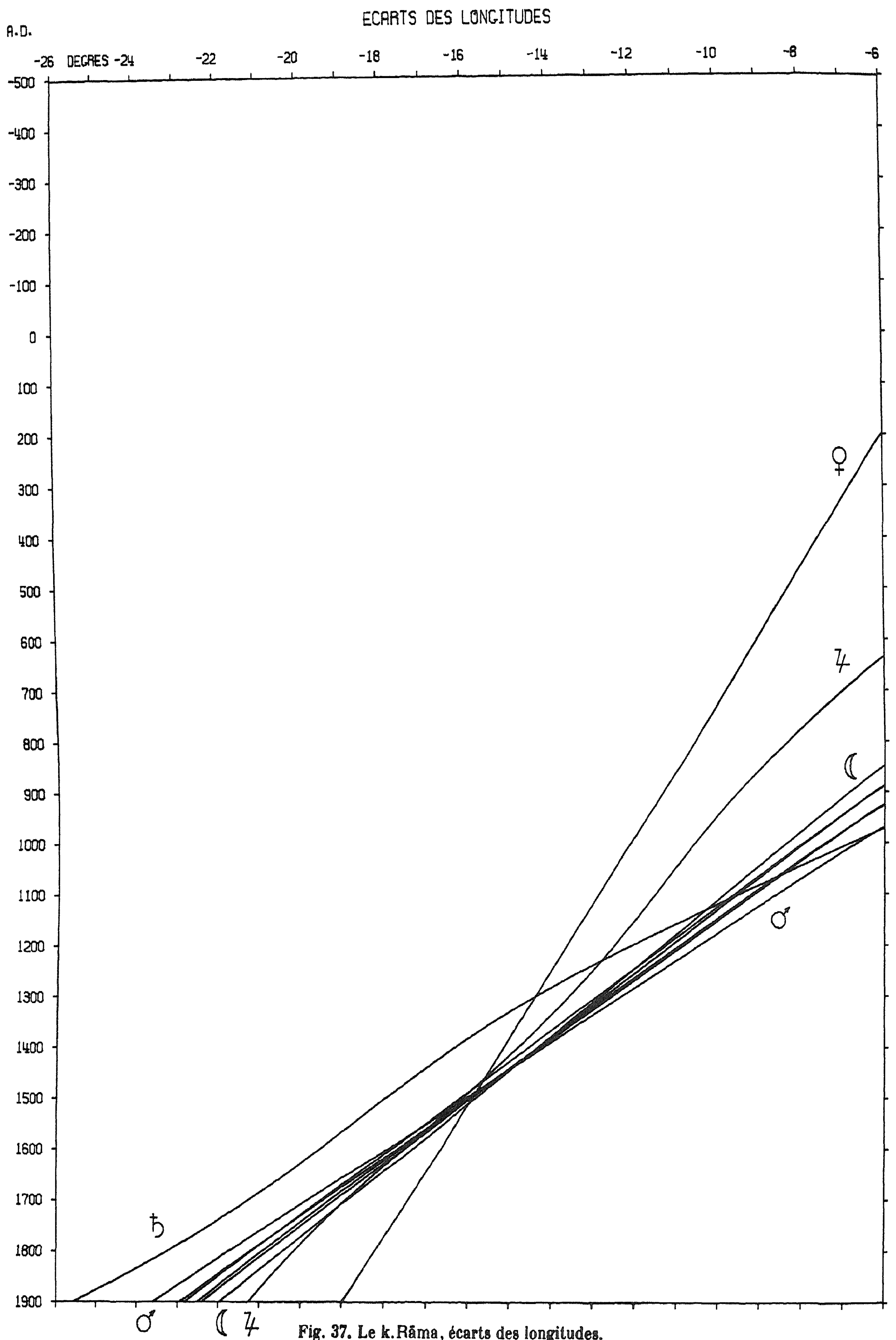


Fig. 37. Le k.Râma, écarts des longitudes.

A.D.

ECARTS SYNODIQUES

-5 DEGRES -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5

-500
-400
-300
-200
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900

Fig. 38. Le k.Rāma, écarts des synodies.

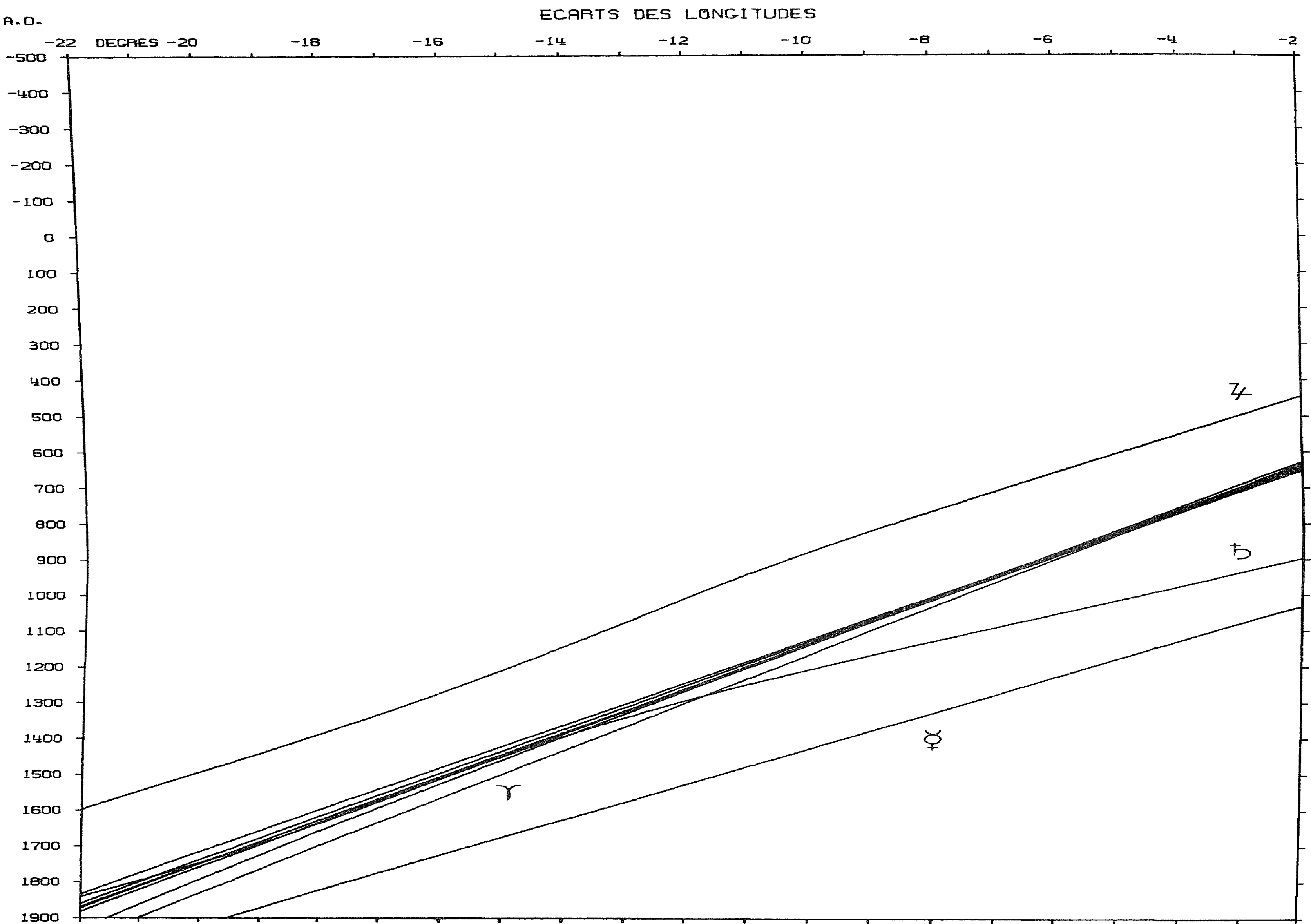


Fig. 39. Le k.*SDarp*, écarts des longitudes.

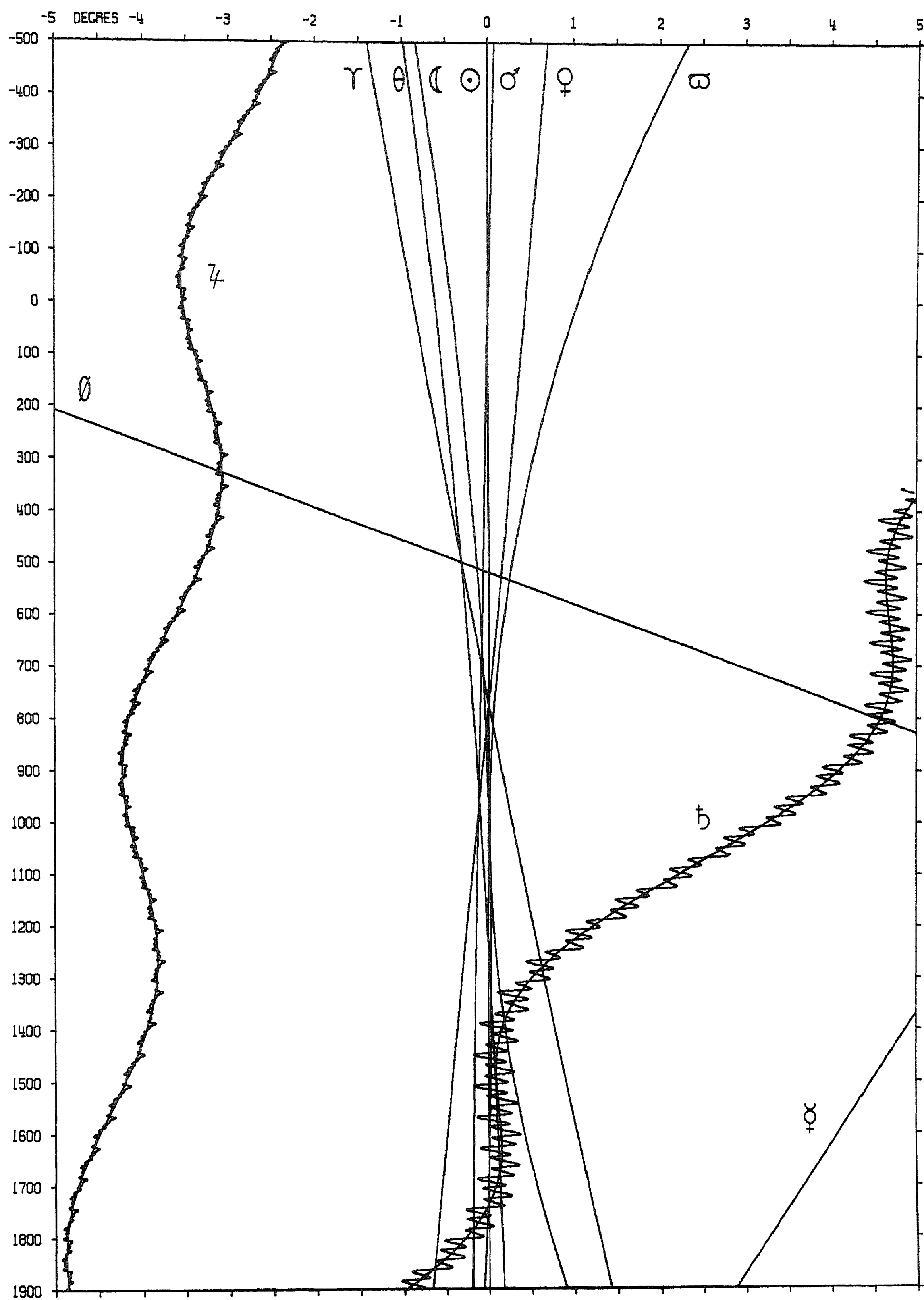


Fig. 40. Le k.*SDarp*, écarts des synodies.

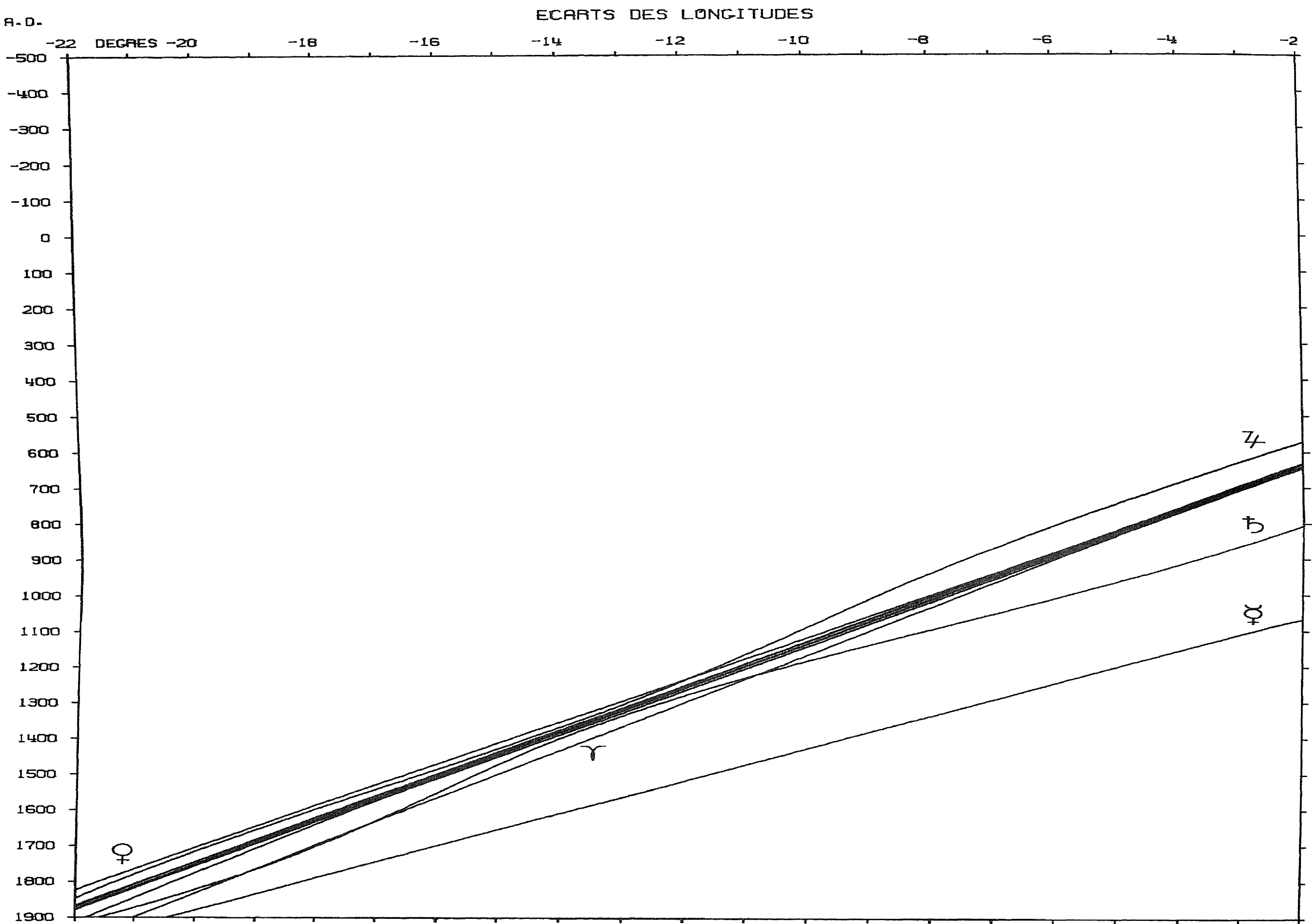


Fig. 41. Le k.*TanirS*, écarts des longitudes.

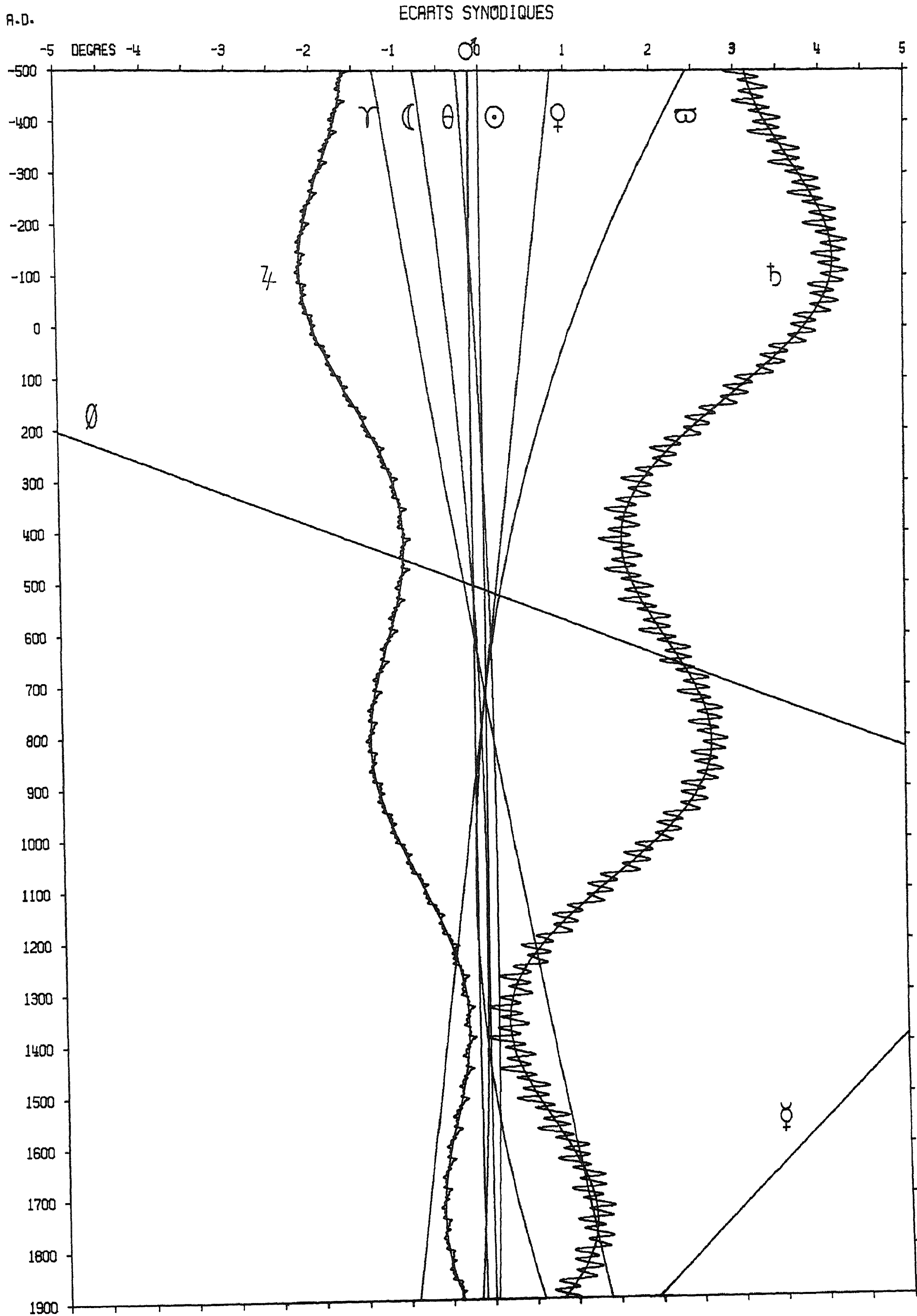


Fig. 42. Le k.*TantrS*, écarts des synodies.

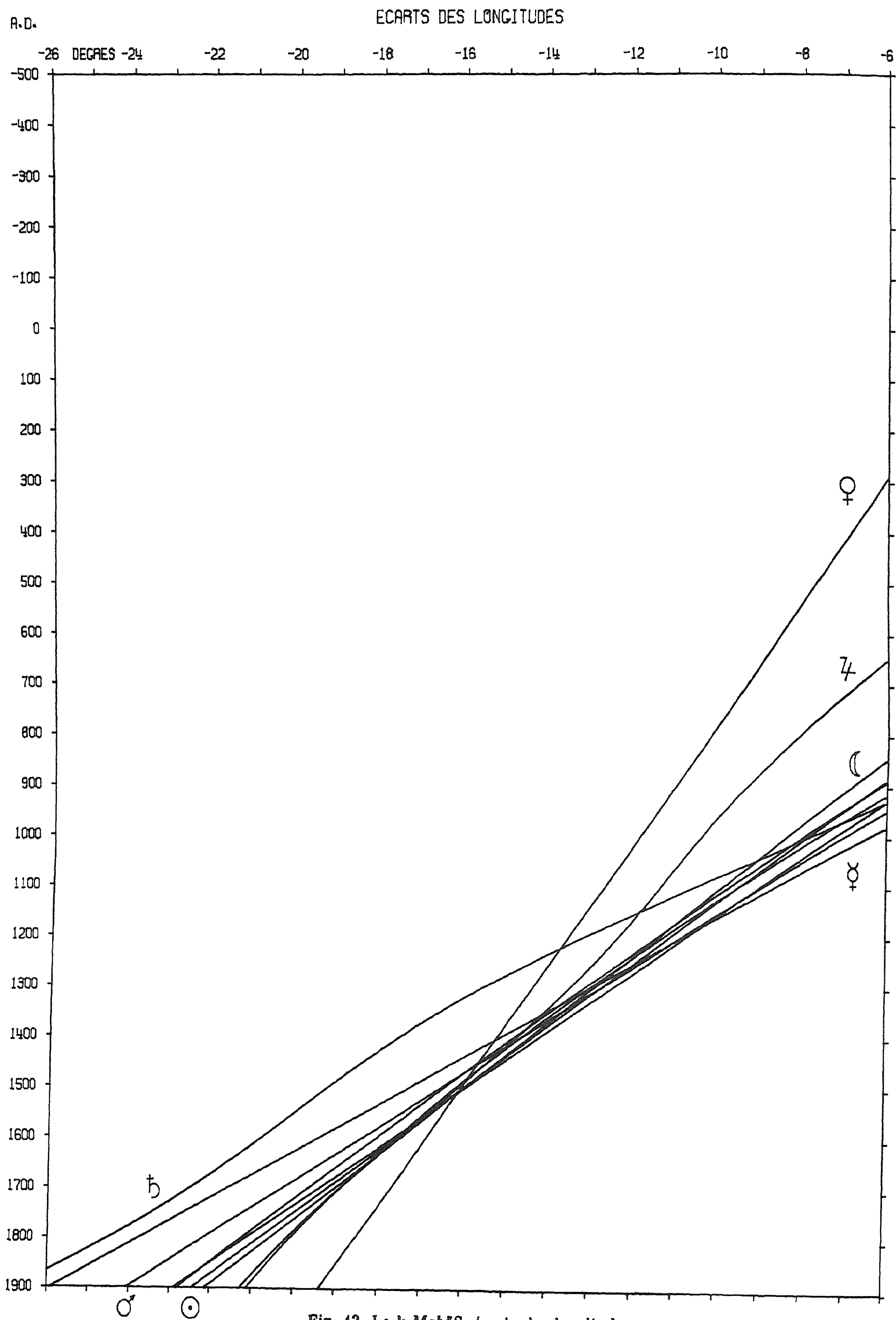


Fig. 43. Le k.*MahāS*, écarts des longitudes.

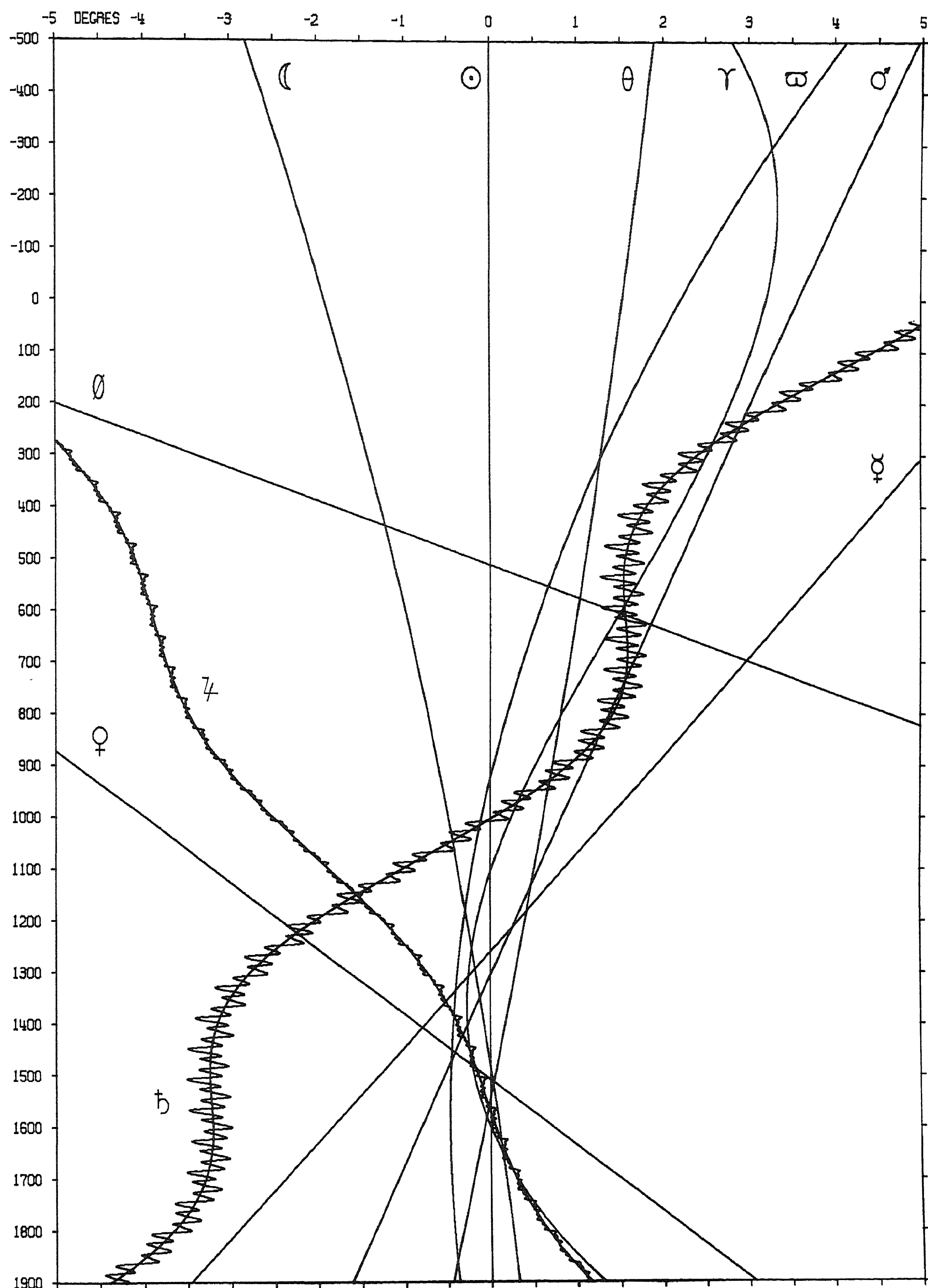


Fig. 44. Le k.*MahāS*, écarts des synodies.

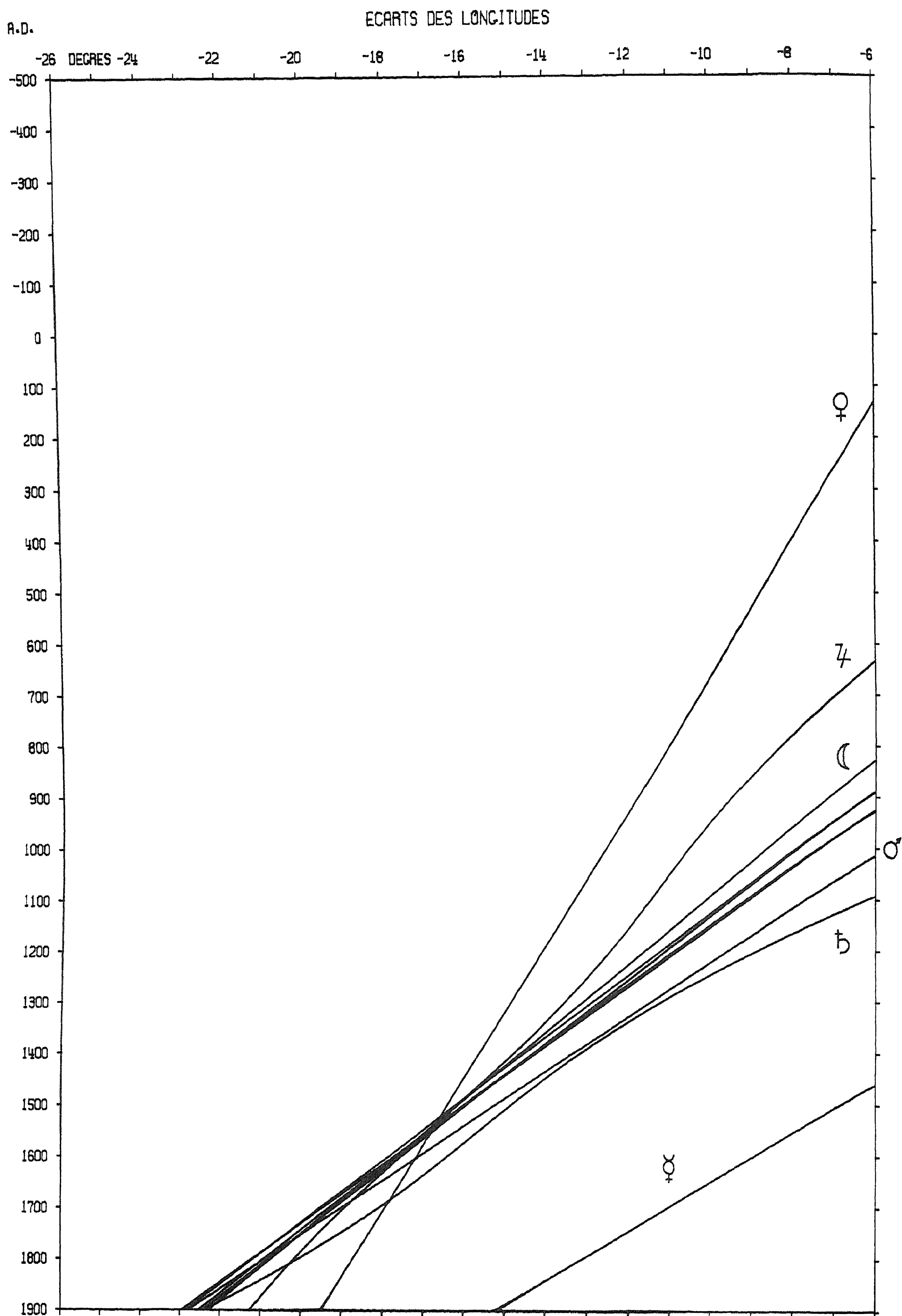


Fig. 45. Le k.RāmC, écarts des longitudes.

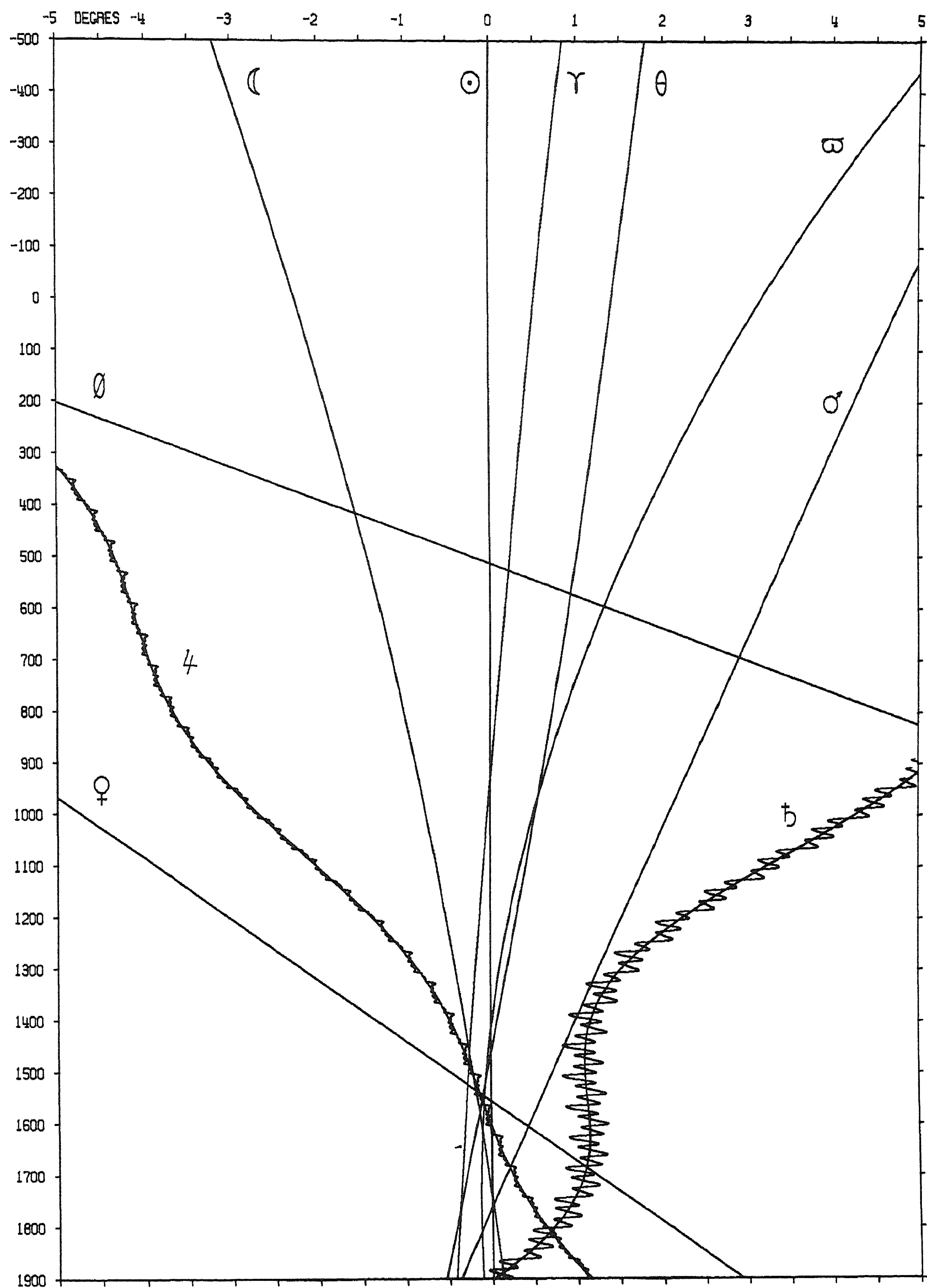


Fig. 46. Le k.RâmC, écarts des synodies.

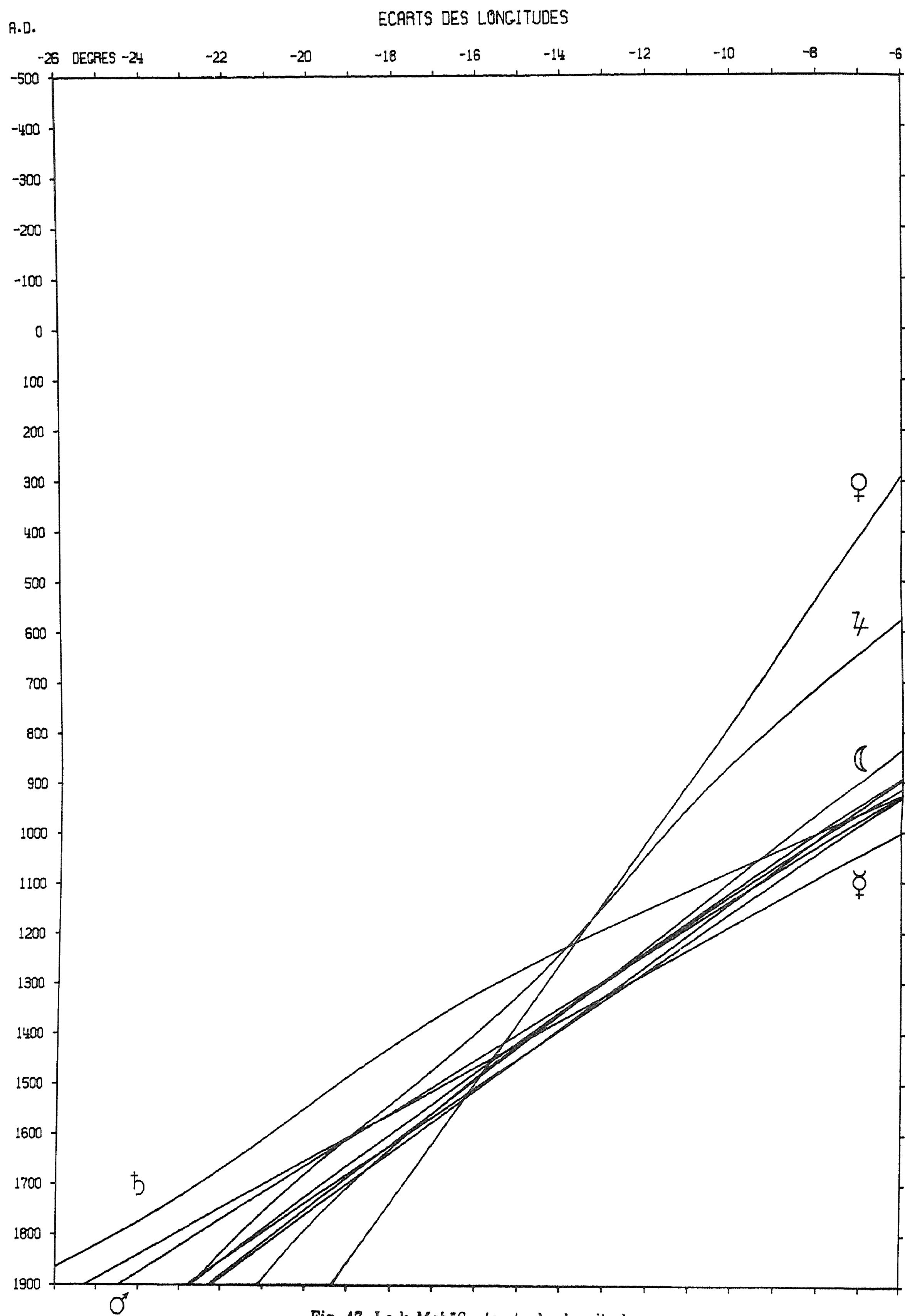


Fig. 47. Le k.*MahāS*$_2$, écarts des longitudes.

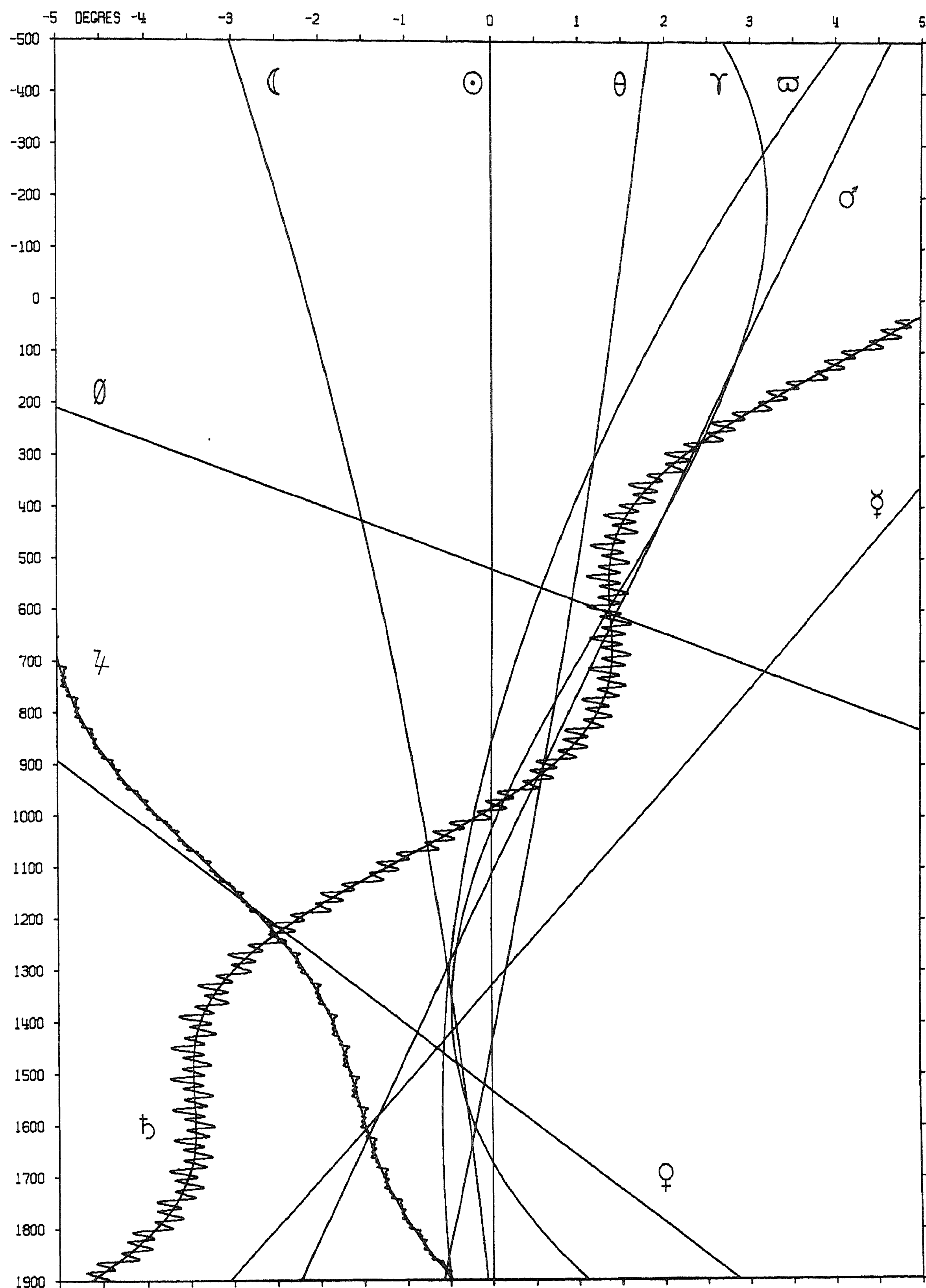
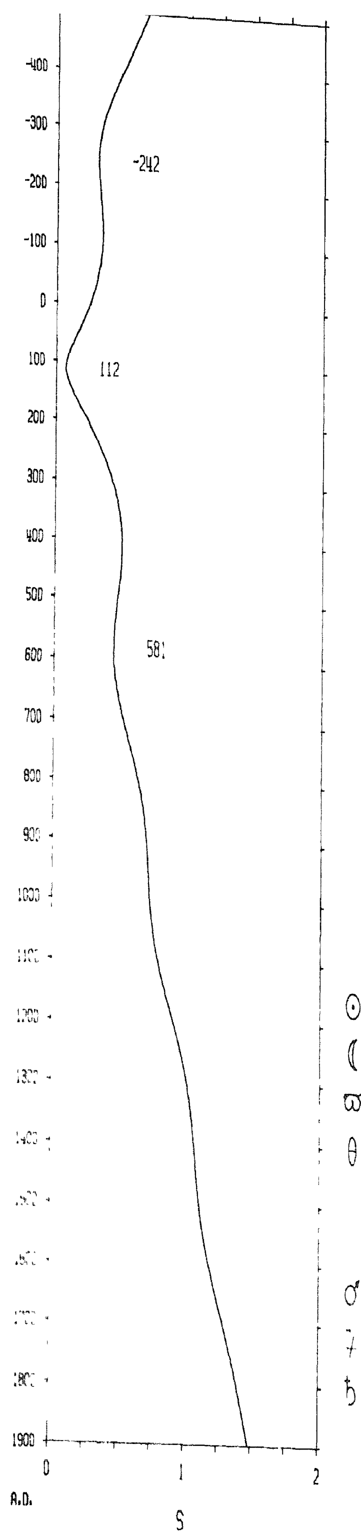


Fig. 48. Le k.*MahāS*$_{2}$, écarts des synodies.



-500
-400
-300
-200
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
513
0
1
2
3
4
5
A.D.
S

Fig. 49. Variance des écarts

***a)* dans un canon exempt de spéculation, le k.MαθΣυντ.**

b) dans un canon spéculatif, le k.*ĀryBh.*

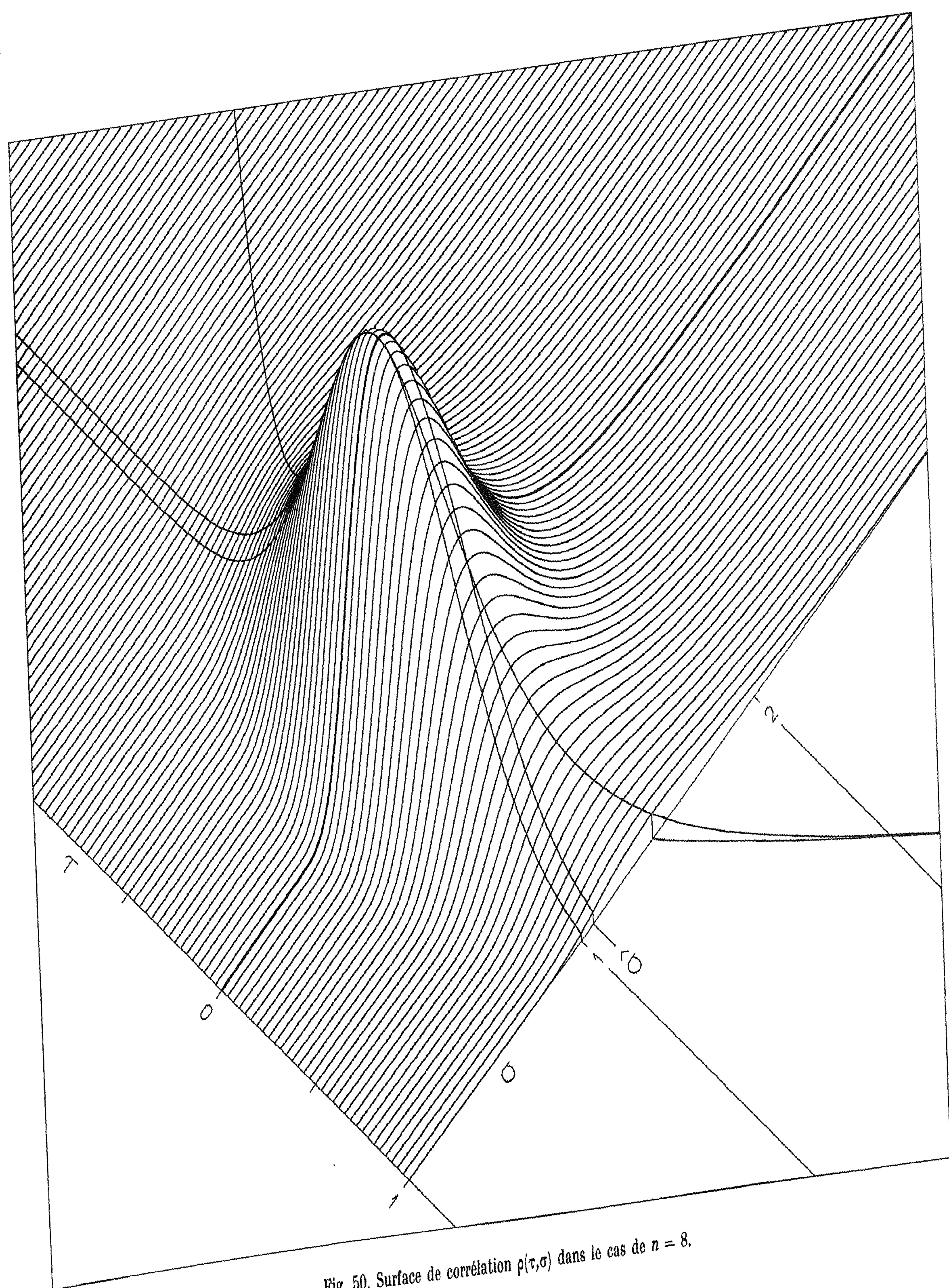
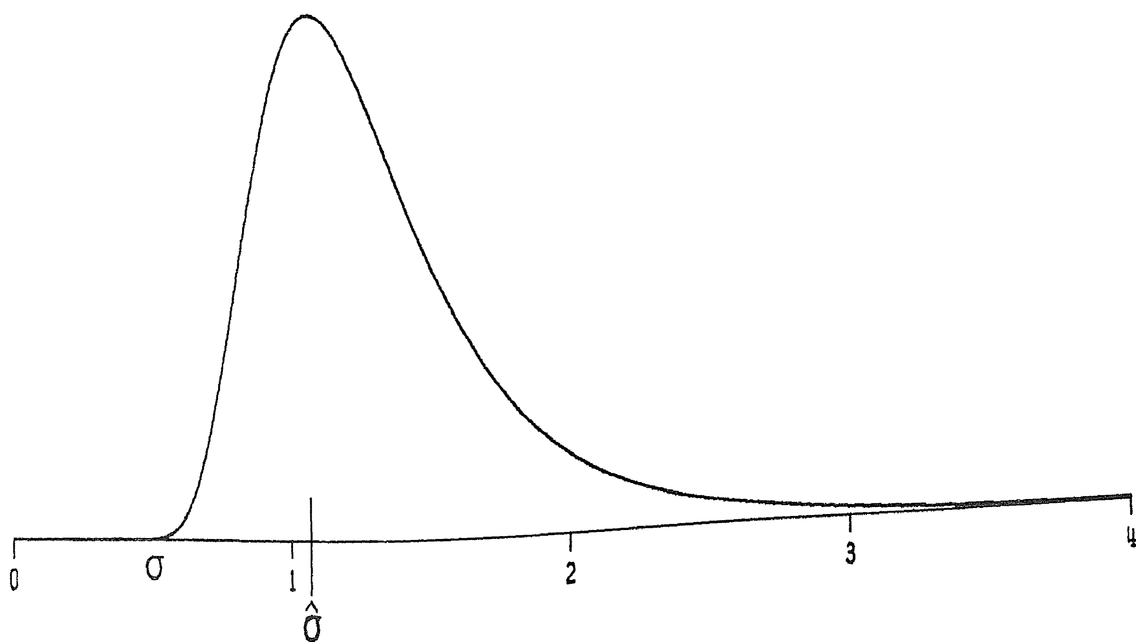
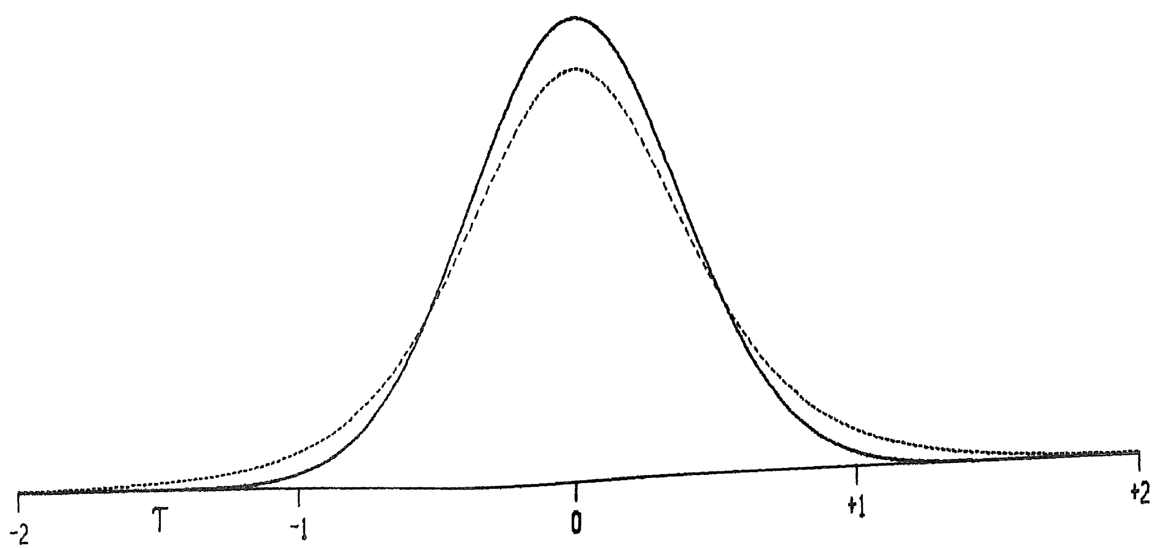


Fig. 50. Surface de corrélation $\rho(\tau,\sigma)$ dans le cas de $n = 8$.



a) g(σ) dans le cas de *n* = 8.



b) f(τ), en pointillé, et h(τ), en trait plein, dans le cas de *n* = 8.

Fig. 51

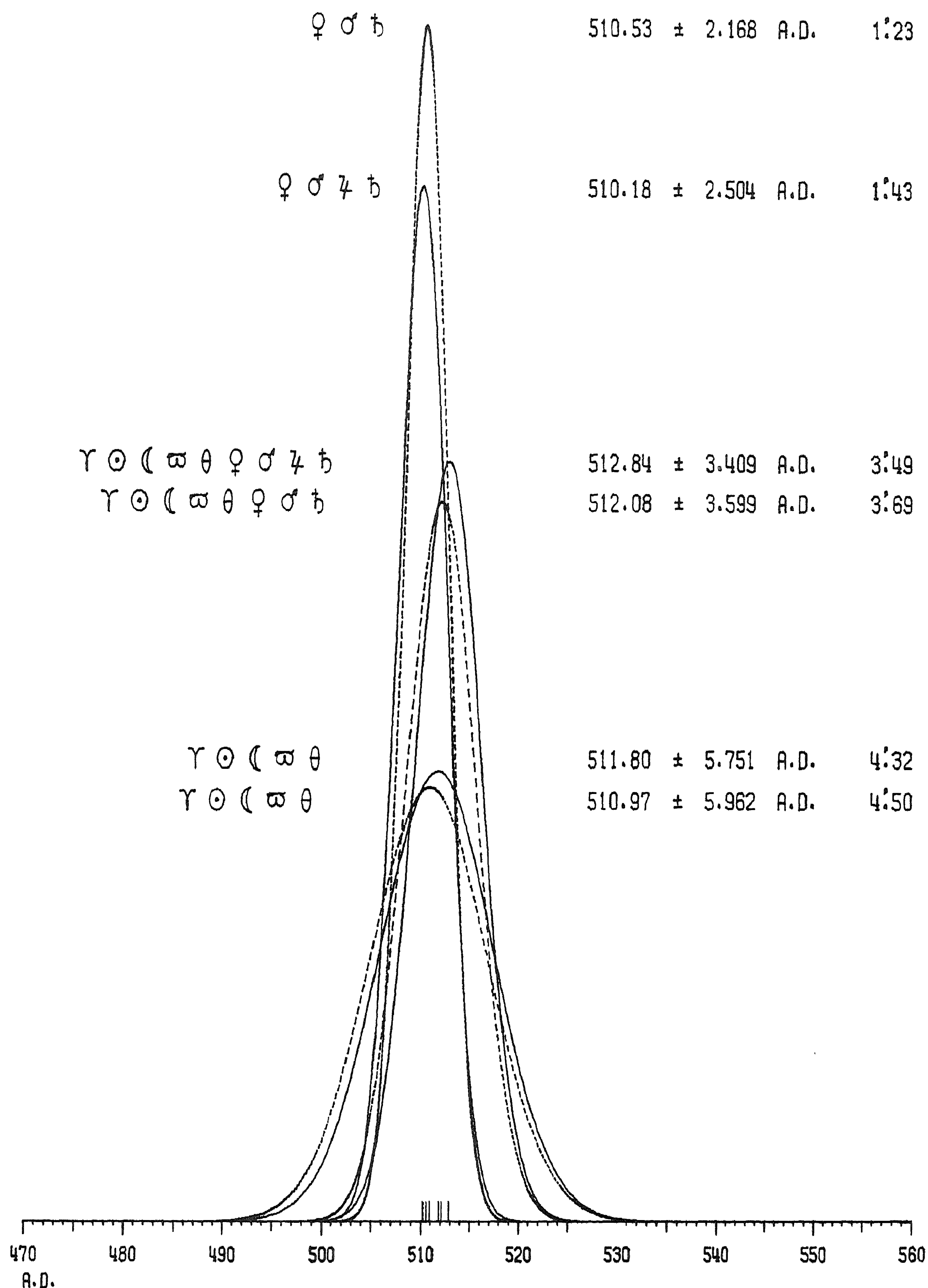


Fig. 52. En pointillé, le k. *(SūryS)*.
En trait plein, le k. *ĀryBh*.

IMPRESSION OFFSET
IMPRIMERIE
A. BONTEMPS
LIMOGES (FRANCE)